CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
*3 1924 003 867 698*

QE
711
S82

CORNELL
UNIVERSITY
LIBRARY

Cornell University Library
QE 711.S82
Einfuhrung in die palaontologie,
3 1924 003 867 698
engr

Date Due

MAR 1 2 1957 H Z

- 3 JUN 2015

232336

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/einfhrungindiepa00stei

# EINFÜHRUNG

IN DIE

# PALÄONTOLOGIE

VON

**Dr. GUSTAV STEINMANN**

ORD. PROFESSOR DER GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG I. B.

MIT 818 TEXTABBILDUNGEN

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1903

D 4131

GEOL. O. U. DEPT.

QE
711
S82

*Das Recht der Übersetzung behalten sich Verfasser und Verleger vor.*

A 9[illegible]

# VORREDE.

Den vor 13 Jahren erschienenen »Elementen der Paläontologie« lag ursprünglich der Gedanke zu Grunde, dem Studierenden eine Übersicht über das Gesamtgebiet der Paläontologie zu bieten. Doch ließ der Umfang, welchen allein das Tierreich erheischte, es zweckmäßig erscheinen, die fossilen Pflanzen auszuschließen. In der vorliegenden »Einführung« habe ich nun versucht, beide Reiche in knapper Übersicht darzustellen, und so dem Studierenden, welcher die Paläontologie nicht gerade zum besonderen Studium zu machen beabsichtigt, einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der paläontologischen Forschung zu gewähren. Sollte das Buch keinen ungebührlich großen Umfang erhalten, so mußte eine Aufzählung der geologisch wichtigen Arten, wie sie in den »Elementen« Platz gefunden hatte, unterbleiben, und der verfügbare Raum mußte auf Pflanzen, Wirbellose und Wirbeltiere entsprechend ihrer allgemeinen und geologischen Bedeutung verteilt werden. Dabei konnten gewisse Gruppen, die z. Z. einer knappen und doch verständlichen Darstellung und allgemeinen Behandlung noch unzugänglich sind, und deren Verständnis zugleich ein kaum vorauszusetzendes Maß von Spezialkenntnissen erfordert, wie die höheren Pflanzen, die Insekten u. a., nur mit wenigen Worten erwähnt werden. Die Wirbeltiere, für welche in den »Elementen« von seiten meines damaligen Mitarbeiters Döderlein eine mustergültige Darstellung vorlag, verursachten bei der notwendigen Kürze der Behandlung gewisse Schwierigkeiten, zu deren Beseitigung mir in mehreren Fällen Herr Döderlein in zuvorkommendster Weise behilflich war.

Es war mein Bestreben, dem Jünger der Wissenschaft vor allem die notwendigen und wichtigsten Tatsachen aus den einzelnen Tier- und Pflanzengruppen vorzuführen. Eine systematische Behandlung des Stoffes erschien mir dabei in den meisten Fällen aus praktischen Rücksichten geboten, da ein solches Buch doch auch als Führer durch eine systematische Lehrsammlung dienen muß. Ich habe mich aber im Interesse einer übersichtlichen Darstellung nicht immer strenge an die bestehende Systematik gebunden. Daß derartige Abweichungen vom hergebrachten Schema nicht ungeteilten Beifall finden werden, war mir von vornherein klar. Ebenso werden manche Ausführungen über den Entwicklungsgang bestimmter Gruppen und Andeutungen über die möglichen Beziehungen zwischen verschiedenen Abteilungen nicht überall Billigung finden. Absprechenden Beurteilungen gegenüber möchte ich aber betonen, daß gerade die Entwicklung, die die Paläontologie in den letzten Jahrzehnten genommen hat, bestimmt darauf hinweist, wie wenig die hergebrachte Systematik mit den Forderungen der Abstammungslehre in Einklang steht. Das darf auch dem Anfänger nicht unbekannt bleiben.

Für gelegentliche Winke und mündliche Mitteilungen schulde ich meinem Kollegen G. Boehm besten Dank.

Die Verlagsbuchhandlung hat wie früher bei der Abfassung der »Elemente« eine entsprechende bildliche Darstellung in zuvorkommendster Weise gewährt, und Herr Universitätszeichner Schilling in Freiburg hat bei der Herstellung der Figuren seine bewährte Meisterschaft bewiesen.

Teneriffa, Mitte August 1903.

**Steinmann.**

# INHALT.

Seite

**Einleitung** . . . . . 1
1. Gegenstand und Ziele der Paläontologie . . . . . 1
2. Die Unvollständigkeit der paläontologischen Überlieferung . 2
3. Der Erhaltungszustand der Fossilien . . . . . 3
A. Pflanzen S. 3. B. Tiere S. 4.
4. Das Vorkommen und Alter der Fossilien . . . . . 5
Synchronistische Tabellen . . . . . 8

## Systematik.

**1. Pflanzenreich** . . . . . 11
**I. Kryptogamen** oder Sporenpflanzen . . . . . 11
A. Thallophyta (Algen, Pilze, Flechten) . . . . . 12
1. Diatomaceae (= Bacillariaceae) (Kieselalgen) . . . . . 12
2. Siphoneae (Schlauchalgen) . . . . . 13
3. Corallinaceae (Steinalgen) . . . . . 18
4. Characeae (Armleuchteralgen) . . . . . 19
Thallophyten unsicherer Zugehörigkeit . . . . . 19
C. Pteridophyta (Gefäßkryptogamen) . . . . . 21
I. Equisetales (Schachtelhalmartige Gewächse) . . . . . 22
1. Equisetaceae (Schachtelhalme) . . . . . 22
2. Calamariaceae . . . . . 24
3. Sphenophyllaceae . . . . . 27
II. Filicales (Farnkräuter und Verwandte) . . . . . 27
A. Blattreste fossiler Farne . . . . . 30
1. Archaeopterides . . . . . 30
2. Sphenopterides . . . . . 31
3. Pecopterides . . . . . 32
4. Odontopterides . . . . . 35
5. Neuropterides . . . . . 35
6. Taeniopterides . . . . . 36
7. Dictyopterides . . . . . 37
B. Stammreste fossiler Farne . . . . . 38
Rückblick auf die Farne . . . . . 39
Cycadofilices S. 39.
III. Lycopodiales (Bärlappartige Gewächse) . . . . . 41
1. Lepidodendraceae (Bärlappbäume) . . . . . 42
2. Sigillariaceae (Siegelbäume) . . . . . 44
Unterirdische Organe der Lepidophyta-Stigmaria S. 46.

Seite

**II. Phanerogamen** (Blütenpflanzen) 47
A. Gymnospermae (Nacktsamige Pflanzen) 48
1. Cycadaceae (Sagopalmen) 48
2. Coniferae (Nadelhölzer) 51
3. Gingkoaceae 55
4. Cordaitaceae 56
B. Angiospermae (Bedecktsamige Pflanzen) 58
1. Monocotyledoneae (Gräser, Palmen u.s.w. 58
2. Dicotyledoneae 59
Geologische Verbreitung der wichtigsten Pflanzengruppen 59

**2. Tierreich** 60

**I. Kreis: Protozoa** (Urtiere) 60
Rhizopoda (Wurzelfüßler) 60
*1. Ordnung: Foraminifera (Thalamophora)* 61
I. Imperforata 63
II. Agglutinantia 65
III. Perforata 66
Vorkommen und geologische Verbreitung der Foraminiferen 74
*2. Ordnung: Radiolaria* 75
I. Spumellaria 76
II. Nassellaria 77
III. Phaeodaria 78
Geologische Verbreitung der Radiolaria 79

**II. Kreis: Spongia** (Schwämme) 79
**1. Klasse: Incalcarea** 81
*1. Ordnung: Triaxoniae* oder *Hexactinellidae* 83
1. Unterordnung: Lyssacina 84
2. Unterordnung: Dictyonina 85
*2. Ordnung: Tetraxoniae (= Demospongia)* 88
1. Unterordnung: Tetractinellidae 88
2. Unterordnung: Monactinellidae 91
Geologische Verbreitung der Incalcarea 93
**2. Klasse: Calcarea** 94
Pharetrones 95
Anhang: Archaeozoa S. 97.
Geologische Verbreitung der Calcarea 98

**III. Kreis: Coelenterata** 98
I. Unterklasse: Anthozoa 99
*1. Ordnung: Alcyonaria* 102
Geologische Verbreitung der Tabulata und Alcyonaria 110
*2. Ordnung: Zoantharia* 111
Madreporaria 111
A. Murocorallia 116
B. Tubocorallia 118
C. Septocorallia 120
Lebensweise und geologische Verbreitung der Madreporaria 126
II. Unterklasse: Acalephae (= Scyphomedusae 127
Anhang: Receptaculitidae S. 128.

Seite
2. Klasse: Hydrozoa . . . . . 129
*1. Ordnung: Gymnoblastea* . . . . . 130
Stromatoporoidea S. 133.
*2. Ordnung: Calyptoblastea* . . . . . 135
Graptoloidea S. 136.
Vorkommen und zeitliche Verbreitung der Graptolithen . . . . . 140
**IV. Kreis: Echinodermata** . . . . . 141
1. Klasse: Holothurioidea (Seewalzen oder -gurken) . . . . . 142
2. Klasse: Echinoidea (Seeigel) . . . . . 143
I. Regularia (Radiär gebaute Seeigel) . . . . . 146
A. Holostomata . . . . . 146
B. Glyphostomata . . . . . 149
II. Irregularia (Zweiseitig gebaute Seeigel) . . . . . 152
C. Gnathostomata . . . . . 152
D. Atelostomata . . . . . 155
Vorkommen und Verbreitung der Echinoidea . . . . . 159
Stelleroidea S. 160.
3. Klasse: Asteroidea (Seesterne) . . . . . 161
4. Klasse: Ophiuroidea (Schlangensterne) . . . . . 163
Geologische Verbreitung der Stelleroidea . . . . . 165
5. Klasse: Crinoidea (Seelilien) . . . . . 166
I. Monocyclica . . . . . 172
II. Dicyclica . . . . . 178
III. Cryptocyclica . . . . . 182
Geologische Verbreitung der Crinoiden . . . . . 187
6. Klasse: Cystoidea (Beutelstrahler) . . . . . 188
1. Edrioasteroidea (= Thecoidea) . . . . . 192
2. Carpoidea (= Carp. heterostela Jaek.) . . . . . 193
3. Dichoporita . . . . . 194
4. Diploporita . . . . . 197
5. Blastoidea (Knospenstrahler) . . . . . 198
Bedeutung der Cystoidea . . . . . 200
**V. Kreis: Bryozoa (= Polyzoa)** (Moostiere) . . . . . 201
**VI. Kreis: Brachiopoda** (Armfüßler) . . . . . 204
*1. Ordnung: Lingulacea (= Atremata)* . . . . . 209
*2. Ordnung: Discinacea* . . . . . 210
*3. Ordnung: Craniacea* . . . . . 210
*4. Ordnung: Strophomenacea* . . . . . 211
*5. Ordnung: Pentameracea* . . . . . 215
*6. Ordnung: Rhynchonellacea* . . . . . 216
*7. Ordnung: Spiriferacea* . . . . . 217
*8. Ordnung: Terebratulacea* . . . . . 219
Geologische Verbreitung der Brachiopoden . . . . . 223
**VII. Kreis: Mollusca** (Weichtiere) . . . . . 224
1. Klasse: Lamellibranchiata (Muscheltiere) . . . . . 224
A. Isomyaria . . . . . 229
1. Desmodonta . . . . . 229
2. Taxodonta . . . . . 231
3. Heterodonta . . . . . 233

Seite
B. Anisomyaria . . . . . 248
1. Mytilacea. . . . . 248
2. Aviculacea . . . . . 249
Geologische Verbreitung der Lamellibranchier . . . . . 256
2. Klasse: **Gastropoda** (Bauchfüßler, Schnecken) . . . . . 257
1. Patellacea. — 2. Placophora. — 3. Schizostomata S. 261. — 4. Euomphalacea S. 264. — 5. Trochacea S. 265. — 6. Capulacea S. 266. — 7. Turritellacea S. 268. — 8. Siphonostomata S. 272. — 9. Pulmonata S. 274. — 10. Pteropoda S. 276.
Anhang zu den Gastropoda S. 276.
Geologische Verbreitung der Gastropoda . . . . . 277
3. Klasse: **Cephalopoda** (Kopffüßler) . . . . . 278
*1. Ordnung: Nautiloidea* . . . . . 284
Geologische Verbreitung der Nautiloidea . . . . . 287
*2. Ordnung: Ammonoidea* . . . . . 288
A. Goniatiten . . . . . 297
B. Ammoniten . . . . . 304
Geologische Verbreitung und Verwandtschaftsverhältnisse der Ammonoidea . . . . . 319
*3. Ordnung: Belemnoidea* . . . . . 323
Geologische Verbreitung und Geschichte der Belemnoidea . . . . . 329
**VIII. Kreis: Tunicata** . . . . . 330
**IX. Kreis: Vermes** . . . . . 330
**X. Kreis: Arthropoda** (Gliedertiere) . . . . . 332
A. Branchiata . . . . . 332
I. Crustacea (Krebstiere) . . . . . 333
1. Phyllocarida S. 333. — 2. Phyllopoda S. 334. — 3. Ostracoda S. 334. — 4. Cirripedia S. 335. — 5. Trilobita S. 335. — Geologische Verbreitung und Stellung der Trilobiten S. 343. — 6. Isopoda (Asseln) S. 343. — 7. Decapoda S. 344.
II. Chelicerata . . . . . 345
9. Xiphosura S. 346. — 10. Gigantostraca S. 346. — 11. Arachnoidea S. 348.
Rückblick auf die Branchiata . . . . . 348
B. Myriapoda (Tausendfüßler) . . . . . 349
C. Hexapoda (= Insecta) . . . . . 349
**XI. Kreis: Vertebrata** (Wirbeltiere) . . . . . 350
1. Klasse: **Pisces** (Fische) . . . . . 357
1. Unterklasse: Elasmobranchii (= Chondropterygii) . . . . . 360
*1. Ordnung: Proselachii (Ichthyotomi)* . . . . . 361
*2. Ordnung: Selachii* (Haie) . . . . . 363
*3. Ordnung: Holocephali* (Seekatzen) . . . . . 365
*4. Ordnung: Acanthodini* . . . . . 365
2. Unterklasse: Euichthyes . . . . . 366
*1. Ordnung: Dipnoi* (Lungenfische) . . . . . 367
*2. Ordnung: Crossopterygii* (Quastenflosser) . . . . . 368
*3. Ordnung: Heterocerci* . . . . . 370
*4. Ordnung: Euganoidei* . . . . . 371

Seite
*5. Ordnung: Physostomi* . . . . . 374
*6. Ordnung: Physoclisti* . . . . . 375
3. Unterklasse: Placodermi (Panzerfische) . . . . . 376
Geologische Verbreitung der Fische . . . . . 379
**2. Klasse: Amphibia** (Lurche) . . . . . 380
Stegocephala S. 381.
1. Unterordnung: Branchiosauri . . . . . 382
2. Unterordnung: Sauromorpha . . . . . 383
3. Unterordnung: Ganocephala . . . . . 383
Bedeutung der Stegocephalen S. 386.
**3. Klasse: Reptilia** (Kriechtiere) . . . . . 386
*1. Ordnung: Ichthyosauria* (Fischsaurier) . . . . . 387
*2. Ordnung: Sauropterygia* . . . . . 389
*3. Ordnung: Testudinata* (Schildkröten) . . . . . 390
*4. Ordnung: Rhynchocephala* . . . . . 393
*5. Ordnung: Streptostylica* . . . . . 393
*6. Ordnung: Crocodilia* (Panzerechsen) . . . . . 395
*7. Ordnung: Pterosauria* . . . . . 398
*8. Ordnung: Theromorpha* . . . . . 400
*9. Ordnung: Dinosauria* (Riesenechsen) . . . . . 402
Geologische Verbreitung der Reptilien . . . . . 408
**4. Klasse: Aves** (Vögel) . . . . . 409
I. Carinatae S. 409. — II. Ratitae S. 410. — Saurura S. 411.
**5. Klasse: Mammalia** (Säuger) . . . . . 412
II. Marsupialia (Beuteltiere) . . . . . 415
*1. Ordnung: Polyprotodontia* . . . . . 416
*2. Ordnung: Diprotodontia* . . . . . 416
III. Placentalia . . . . . 418
*1. Ordnung: Cetacea* (Waltiere und Delphine) . . . . . 418
*2. Ordnung: Insectivora* (Insektenfresser) . . . . . 419
*3. Ordnung: Chiroptera* (Fledermäuse) . . . . . 420
*4. Ordnung: Carnivora* (Raubtiere) . . . . . 420
*5. Ordnung: Edentata* (Zahnarme) . . . . . 424
*6. Ordnung: Rodentia* (Nager) . . . . . 426
Anhang: Tillodontia S. 427.
*7. Ordnung: Ungulata* (Huftiere) . . . . . 428
*8. Ordnung: Primates.* (Halbaffen, Affen, Mensch) . . . . . 446
Geologische Verbreitung der Säuger . . . . . 448

# Einleitung.

## 1. Gegenstand und Ziele der Paläontologie.

Von den Tieren und Pflanzen, welche in früheren Zeiten die Erde bewohnt haben, sind uns in den Erdschichten gewisse, schwer oder gar nicht verwesbare Teile erhalten geblieben, die wir Fossilien, Versteinerungen oder Petrefakten nennen. Sie geben uns die einzig zuverlässige, wenn auch unvollständige Kunde von der Beschaffenheit der Organismen, die ungemessene Zeiträume hindurch unter mehr oder weniger raschem Wechsel ihrer Form und Organisation und unter unausgesetzter Änderung ihrer Verbreitungsbezirke, z. T. auch unter Wechsel des umgebenden Mediums, den Planeten belebt haben. Die Paläontologie, Versteinerungs- oder Petrefaktenkunde, beschäftigt sich mit diesen Resten von einem *doppelten* Gesichtspunkte aus.

Seitdem man weiß, daß die heutige wie die früheren »Schöpfungen« nicht durch gesonderte, zusammenhangslose Vorgänge unabhängig voneinander entstanden, daß sie vielmehr organisch miteinander verknüpft sind und voneinander abstammen (Descendenz), bedeutet uns jedes Wesen früherer Zeit ein notwendiges Glied innerhalb einer genetisch zusammenhängenden Formenkette oder Reihe. Jede fossile Form hilft uns, im Zusammenhange mit ihren Vorfahren und Nachkommen betrachtet, in höherem oder geringerem Maße die Breite und Tiefe der organischen Produktionskraft und die Abänderungsfähigkeit der Organismen erfassen, sowie die Richtungen verfolgen und die Gesetze begreifen, nach denen die Umbildung der Organismen bis auf den heutigen Zustand erfolgt ist.

Der weitaus größte Teil der fossilen Tiere und Pflanzen ist von den heute lebenden verschieden. Unter ihnen befinden sich einerseits solche, welche in die direkte Vorfahrenreihe von heute lebenden Formen gehören, abgewandelte Formen, andrerseits solche, welche jetzt gänzlich ausgestorbenen Reihen angehören, erloschene Formen. Bis jetzt ist es noch nicht möglich, diese Unterscheidung auf alle Fossilien anzuwenden, ebensowenig wie man zu einer einheitlichen Auffassung über

die Ursachen der Umwandlung und des Erlöschens der Organismen gelangt ist.

Zur Feststellung des relativen Alters der Fossilien dient die Stratigraphie, ein Zweig der Geologie, welcher das gegenseitige Altersverhältnis der Schichtgesteine (in denen allein die Fossilien vorkommen) bestimmt. Sobald einmal ermittelt ist, in welcher Reihenfolge gewisse Organismen auf der Erde erschienen sind, können diese umgekehrt verwertet werden, um an andern Orten das relative Alter der Gesteinsschichten zu bestimmen, in denen sie getroffen werden. Begreiflicherweise eignen sich hierzu solche Organismengruppen am besten, bei welchen eine rasche Umänderung im Laufe der Zeit mit einer möglichst weiten geographischen Verbreitung sich verknüpfte — Leitfossilien. So bildet die Paläontologie in zweiter Linie eine unentbehrliche Hilfswissenschaft der Erdgeschichte. Denn das Vorkommen eines Fossils in einer bestimmten Schicht und in einer bestimmten Gegend gibt uns nicht nur Aufschluß über das Alter des Gesteins und über die geographische Verbreitung des Fossils, sondern zumeist können wir auch — bei der bekannten, nur innerhalb größerer Zeiträume wechselnden Abhängigkeit der Organismen von äußeren Bedingungen — daraus Schlüsse auf die physikalischen Verhältnisse seines jeweiligen Aufenthaltsorts (Klima, Meerestiefe, Salzgehalt usw.) ziehen.

## 2. Die Unvollständigkeit der paläontologischen Überlieferung.

Die paläontologische Überlieferung ist aus verschiedenen Gründen lückenhaft.

1. Im allgemeinen ist die organisierte Substanz selbst nicht fossil erhaltungsfähig. Das Protoplasma und seine organischen Produkte verwesen meist rasch und bleiben nur erhalten, wenn sie in antiseptischen Substanzen aufbewahrt (Mammutkadaver im sibirischen Eis), von mineralischen Lösungen durchdrungen und versteinert werden (verkieselte Hölzer), oder wenn sie unter Abschluß der atmosphärischen Luft langsam verkohlen (Braunkohlenholz). Doch können leicht vergängliche Tiere, wie Quallen, gelegentlich bezeichnende Abdrücke im Gestein hinterlassen. Dagegen haben die mineralischen Hartgebilde (Schalen, Skelette) viel Aussicht überliefert zu werden, wenn sie durch dauernde Einbettung in Sand oder Schlamm, namentlich in Kalkkarbonat-haltige Gesteine, vor der Auflösung durch das mit Kohlensäure beladene Wasser geschützt werden. Häufig verlieren aber auch die Schalen und Skelette durch Abrollung vor ihrer Einbettung oder Zerstreuung der zueinander gehörigen Teile während dieses Vorgangs erheblich an Wert.
2. Aber auch nach ihrer Einbettung in ein günstiges Gestein erleiden die Fossilien noch Veränderungen, die sie ± unkenntlich machen. Durch chemische Vorgänge werden sie teilweise oder ganz aufgelöst, durch

Gebirgsdruck (Dynamometamorphose) oder durch Berührung mit schmelzflüssigen Gesteinsmassen (Kontaktmetamorphose) oft entstellt oder zerstört. Die letztgenannten Vorgänge scheinen besonders die ältesten ursprünglich fossilführenden Schichtgesteine so allgemein umgewandelt zu haben, daß uns die früheren Stadien der organischen Entwicklung auf unsrem Planeten wohl für immer unbekannt bleiben werden.

3. Dazu kommt schließlich, daß im Laufe der Zeit ein sehr großer Teil der ursprünglich fossilführenden Gesteine durch mechanische und chemische Vorgänge abgetragen und damit ihr organischer Inhalt so gut wie ganz verloren gegangen ist. Die Aufdeckung der fossil erhaltenen Reste wird weiterhin noch dadurch erheblich eingeengt, daß etwa $^3/_4$ der ganzen Erdoberfläche von Wasser bedeckt und dadurch für uns unzugänglich ist; ferner dadurch, daß wir selbst mit Hilfe von Bohrlöchern bisher nicht tiefer als 2 km in die Erdrinde haben eindringen können. Trotz aller dieser Hindernisse ist doch begründete Aussicht vorhanden, daß wir den Entwicklungsgang einiger besonders geeigneter Tier- und Pflanzengruppen von einem gewissen Zeitpunkte an einigermaßen vollständig werden ermitteln können, zumal da viele Tier- und Pflanzenformen früherer Zeiten erheblich größere Verbreitungsgebiete besessen haben, als ihre heutigen Nachkommen.

## 3. Der Erhaltungszustand der Fossilien.

**A. Pflanzen.** Bei den Pflanzen lagern sich im Leben nur ausnahmsweise mineralische Stoffe als zusammenhängende Massen in den Zellhäuten ab (Kieselhüllen der *Diatomeen*, Kalkhüllen der *Kalkalgen*). Dafür verhält sich die Cellulose, welche die Zellhäute bildet, namentlich bei den *Gefäßpflanzen* in bemerkenswerter Weise widerstandsfähig, wenn sie vor rascher Verwesung geschützt wird. So können Blätter, Blüten, Stengel u. dergl. in kalkreichem Wasser mit Kalkkarbonat umhüllt (inkrustiert) werden, wobei ein getreuer Abdruck ihrer Form und ihrer Einzelheiten hergestellt wird. In der Regel erfolgt aber die Erhaltung der Pflanzen durch Versteinerung oder Verkohlung.

a Ein Pflanzenrest wird in ± frischem Zustande von Mineralösung durchdrungen und versteinert durch Ausscheidung eines oder mehrerer Mineralien. Indem die versteinernde Lösung die Pflanzen durchtränkt und die mineralische Substanz rasch in den Zellhöhlungen ausscheidet, werden, wenn auch selten, selbst zarte und hinfällige Teile gefestigt und bleiben mit ihrer Zellstruktur erhalten. Besonders häufig greift dieser Vorgang an holzigen Teilen Platz, die längere Zeit dem Verfalle widerstehen. Am günstigsten wirkt als Versteinerungsmittel Kieselerde, welche sich ursprünglich meist in gallertartiger Form ausscheidet und erhärtet, später aber oft kristallin umgelagert wird, während Mineralien von hohem Kristallisationsvermögen, wie Kalkspat oder Eisenspat, die Zellhäute leicht deformieren oder zersprengen.

b) Ein Pflanzenrest verkohlt unter Abschluß von Luft, wobei die Zellstruktur sehr langsam verloren geht. Wie wir in den Torfmooren sehen, bleiben die Zellmembranen unter Luftabschluß außerordentlich lange erhalten. Im Laufe langer Zeiträume werden aber die weicheren Teile durch den Druck darüber lastender Gesteine zusammengedrückt und nur die holzigen Teile leisten länger Widerstand. Schließlich werden auch diese unter fortschreitender Oxydation des Kohlenstoffs mit Hilfe des Sauerstoffs der Cellulose zu einer kompakten Kohlenmasse (Steinkohle) umgewandelt, in welcher nur noch Spuren der ursprünglichen Zellstruktur wahrzunehmen sind. Wird aber der Pflanzenteil in Ton oder Sand eingebettet, so erhalten sich Form und Skulptur der Oberfläche oder auch der mit Sediment ausgegossenen Höhlungen (Markröhre) oft in sehr vollkommener Weise. In feinkörnigen bes. tonigen Sedimenten findet man daher oft die feinsten Aderungen der Blätter oder zarte Fruchtstände mit ihrer Form, wenn auch selten mit ihrer Struktur konserviert. Selbst wenn die kohlige Lage ganz verschwindet, bleibt im Gestein ein entsprechender Abdruck zurück.

**B. Tiere.** Der tierische Körper erzeugt nur untergeordnet organische Gebilde von ähnlicher Widerstandsfähigkeit wie die Cellulose, bes. in der Form von Chitin, Conchyolin usw. Bei diesen tritt auch der geschilderte Verkohlungsprozeß ein, durch den oft die Einzelheiten der Gestalt erhalten werden.

Weitaus am wichtigsten sind aber die mineralischen Schalen- und Skelettbildungen, die zugleich meist geringe Mengen organischer Substanz einschließen. Als Mineralien kommen vor allem in Betracht: Kalkkarbonat sowohl in der stabilen Modifikation des Kalkspats als in der labilen des Aragonits (die Mehrzahl der Wirbellosen), mehr zurücktretend Kalkphosphat (Knochen der Wirbeltiere) und die amorphe Kieselerde (Radiolarien und Kieselschwämme).

Die mineralischen Hartgebilde erleiden durch den Versteinerungsprozeß mehr oder minder weitgehende Veränderungen, im wesentlichen folgender Art:

a) Die in der Mineralsubstanz eingeschlossenen organischen Bestandteile verwesen oder verkohlen, bleiben aber auch in seltenen Fällen wohl erhalten (z. B. die Farben der Molluskenschalen).

b) Die Mineralsubstanz selbst erfährt eine Umbildung. Dieses geschieht meist ohne wesentliche Änderung des Stoffs (Paramorphose), indem Aragonit in Kalkspat, amorphe Kieselerde in kryptokristalline (Chalcedon) oder deutlich kristalline (Quarz) umgewandelt wird, oder indem dichtes Kalkkarbonat zu einer ± grobspätigen Masse umkristallisiert. Häufig tritt an Stelle des ursprünglichen Minerals ein andres (Pseudomorphose), z. B. Kieselerde an Stelle von Kalkkarbonat (Verkieselung von Muschelschalen usw.) oder umgekehrt (Verkalkung von Kieselschwämmen). Als seltenere

Pseudomorphosen sind zu nennen: Schwerspat, Eisenkies (bezw. Brauneisen), Glaukonit usw. nach Kalkspat oder Opal. Die feineren Strukturen der Schalen und Skelette gehen bei diesen Vorgängen häufig verloren.

c) Die von organischer Substanz oder von Luft eingenommenen Hohlräume des Fossils werden mit Mineralsubstanz ausgefüllt — Versteinerungsprozeß im engeren Sinne. Dieses geschieht entweder durch Eindringen von Lösungen, welche Mineralsubstanz ausscheiden (Kalkspat, Eisenspat, Eisenkies, Quarz, Glaukonit usw.), oder durch Eindringen von Schlamm oder Sand. Die so entstandenen Ausgüsse innerer Höhlungen nennt man Steinkerne. Zuweilen, namentlich bei dünnen Schalen, geben sie auch die Form und Verzierung der Oberfläche ziemlich genau wieder, in andern Fällen zeigen sie wichtige Merkmale der Innenfläche der betr. Schalen.

d) Die Mineralsubstanz des Fossils wird aufgelöst. In diesem Falle bleiben Form und Verzierung des Fossils in der umgebenden Gesteinsmasse abgegossen — Abdruck — und können durch Ausgießen der Höhlung (mit Gips, Guttapercha oder Schwefel) wieder hergestellt werden. Überträgt sich die Außenskulptur (durch einen noch nicht ganz geklärten Vorgang) auf den Steinkern, so spricht man von einem Skulpturs teinkern.

## 4. Das Vorkommen und Alter der Fossilien.

Die Reste von Tieren und Pflanzen finden sich in den Schicht- oder Sedimentgesteinen, d. h. in Gesteinsmassen, die aus Salz- oder Süßwasser abgesetzt oder ausgeschieden, auch durch Wind angehäuft sind, und die durch den Wechsel der übereinander abgesetzten Lagen meist eine deutliche Schichtung erhalten haben. Die Mehrzahl der Schichtgesteine sind Meeresabsätze; daher liegen uns die Reste von Meeresbewohnern im allgemeinen in größerer Zahl und Vollständigkeit vor, als die von Land- und Süßwasserbewohnern.

Schichtgesteine haben sich auf der Erde von dem Zeitpunkte ab gebildet, wo Wasser in flüssiger Form seine Tätigkeit begann, aber die Grenzen zwischen Meeren und Festländern haben sich ununterbrochen um geringere oder größere Beträge verschoben.

Die Folge davon ist, dass wir keinen Punkt auf der Erde kennen, wo zu allen Zeiten ausschließlich meerische oder Süßwasser-Absätze mit den jeweiligen organischen Resten zum Absatz gekommen wären. Es wechseln vielmehr überall Absätze aus tieferem mit solchen aus seichterem Wasser oder mit Süßwasserbildungen ab und dementsprechend auch die Faunen und Floren. Hierdurch wird natürlich die Bestimmung der zeitlichen Aufeinanderfolge der Organismen nicht unwesentlich erschwert. Sie kann nur auf einem indirekten Wege geschehen, nämlich folgendermaßen:

An solchen Punkten, wo sich ein System fossilführender Sedimentschichten in normaler, d. h. durch Gebirgsbildung nicht verkehrter Lagerung befindet, und wo während der Bildungszeit dieser Schichten möglichst ähnliche Verhältnisse geherrscht haben, bestimmt man die Aufeinanderfolge der einzelnen Gesteinslagen und ihrer Fossileinschlüsse. Aus jeder einzelnen Folge lernen wir nur ein Bruchstück der zeitlichen Veränderung der Tier- oder Pflanzenwelt kennen, aber ein Vergleich zahlreicher solcher Fossilfolgen von verschiedenen Stellen der Erdoberfläche liefert uns ein ± vollständiges Bild der Gesamtänderung im Laufe der Zeit.

Der Stratigraphie fällt die Aufgabe zu, die Reihenfolge der Schichtgesteine auf Grund ihrer Lagerung und unter Verwertung der organischen Einschlüsse und auf diese Weise auch das relative Alter der Fossilien festzustellen. Mit ihrer Hilfe ist ermittelt worden, daß die Organismen im allgemeinen den heutigen um so unähnlicher sind, je höher ihr Alter ist, und daß sie mit Annäherung an die Gegenwart ihnen immer mehr gleichen. Wenn auch der Umbildungsprozeß der organischen Welt seit ihrer Entstehung niemals unterbrochen gewesen ist, ebensowenig wie die Bildung von Sedimentgesteinen, so muß man doch dem praktischen Bedürfnisse Rechnung tragen und den ungeheuren Zeitraum nach gewissen auffallenden Vorgängen in ähnlicher Weise künstlich gliedern, wie man die Menschengeschichte in größere und kleinere Abschnitte zerlegt. So hat man die wesentlichen Veränderungen zwischen Festland und Meer, welche die Stelle des heutigen Europas betrafen und die zugleich von beträchtlichen Veränderungen in der Verbreitung der Tier- und Pflanzenwelt, mit dem Zurücktreten früher dominierender und mit dem Erscheinen vorher fehlender Gruppen begleitet waren, zum Ausgangspunkte für die Trennung verschiedener größerer Zeitabschnitte genommen, die wir Perioden (Formationsgruppen) nennen, nämlich

Känozoische Periode (*Kaenozoikum*) — Neuzeit.
Mesozoische Periode (*Mesozoikum*) — Mittelalter.
Paläozoische Periode (*Palaeozoikum*) — Altertum.
Eozoische Periode (*Eozoikum*) — Vorzeit.

Aus der eozoischen Periode kennen wir kaum sichere Spuren organischer Wesen.

Die paläozoische Periode zeichnet sich durch das vollständige Fehlen der Angiospermen, Vögel und Säugetiere, durch das Vorherrschen der Gefäßkryptogamen und der niederen Tiere einschl. der Fische aus.

In der mesozoischen Periode herrschen Gymnospermen und Reptilien, wogegen Angiospermen, Vögel und Säugetiere nur wenig entwickelt sind.

Die känozoische Periode erhält ihr eigentümliches Gepräge durch das Dominieren der Angiospermen, Vögel und Säugetiere.

Innerhalb jeder dieser vier Perioden unterscheidet man kleinere Abschnitte als Formationen, deren gewöhnlich elf fossilführende angenommen werden:

**Känozoische Periode**

Gegenwart oder Alluvium
Quartärformation oder Diluvium
Tertiärformation

**Mesozoische Periode**

Kreideformation
Juraformation
Triasformation

**Paläozoische Periode**

Permformation oder Dyas
Karbon- oder Steinkohlenformation
Devonformation
Silurformation
Kambrische Formation (Kambrium)

**Eozoische Periode**

Vorkambrische Formationen.

Für die Begrenzung der Formationen, sowie der Formationsabteilungen, Stufen und Schichten, gilt das gleiche, was von den Perioden gesagt wurde: sie bedeuten für gewisse Gegenden durch Wechsel des Gesteins und der organischen Einflüsse ± gut markierte Zeitabschnitte, die aber an andern Orten nicht in gleicher Weise ausgeprägt zu sein brauchen. Eine allgemein gültige Zeitrechnung kann nur auf Grundlage der kleinsten noch wahrnehmbaren phylogenetischen Veränderungen der organischen Welt, der Mutationen, gegründet werden. Nach diesem Prinzip hat man für gewisse Perioden kleinste natürliche Zeiteinheiten, die Zonen, zu unterscheiden versucht.

Die wichtigsten und gebräuchlichsten Benennungen der Formationsabteilungen usw. sind in den nachfolgenden Tabellen wiedergegeben.

| Gegenwart und Quartär | | Pleistocän | | Glaciale und interglaciale Bildungen | Löss | Pampaslehm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tertiärformation | Neogen (Jungtertiär) | Pliocän | Ob. | Arno Stufe | Red Crag | | | |
| | | | Mitt. | Asti Stufe | III Mediterran Stufe | White Crag | Palmdinen Sch. | |
| | | | Unt. | Pontische Stufe | Congerien Sch. | | Dinotheriensand | |
| | | Miocän | Ob. | Tortonische Stufe | Sarmatische Sch. II Mediterran St. | | Obere Süßwasser | Molasse |
| | | | Unt. | Helvetische u. Bordeaux St. | Schlier Muschelsandstein I Mediterran St. | | Obere Meeres | |
| | Eogen (Alttertiär) | Oligocän | Ob. | Aquitan St. | Cyrenenmergel | | Untere Süßwasser | |
| | | | Mitt. | Tongerische Stufe | Septarienton Sables de Fontainebleau | | Untere Meeres | |
| | | | Unt. | Ligurische Stufe | Bernsteinformation | | | Nummuliten Schichten |
| | | Eocän | Ob. | Barton Stufe | Bartonton Sables moyens Grès de Beauchamp | | | |
| | | | Mitt. | Pariser St. | Pariser Grobkalk (Calcaire grossier) | | | |
| | | | Unt. | Cuise St. | Sables de Cuise | Londonton | | |
| | | Paleocän | | Epernay St. Thanet St. Mons St. | Sables de Bracheux | Laramie Gr. ↓ | Cosina Sch. ↓ | |
| Kreideformation | Obere Kreide | Danien | | Dordogne Stufe | Baculiten-Kreide Pisolithenkalk Tuffkreide von Mastricht | Laramie Gr. ↑ Faxekalk | Cosina Sch. ↑ | Garonne St. (Garumnien) |
| | | Senon | Ob. | Champagne Stufe (Campanien) | Weiße Kreide mit Feuersteinen | Belemnitellen Kreide | Oberer Quadersandstein | Hippuriten Kreide: Coelopty-chien-Kreide |
| | | | Unt. | Saintogne St. (Santonien) Cognac St. (Coniacien) | Emscher | | Pläner-mergel | Gosau Schichten |
| | | Turon | Ob. | Provence St. | Weiße Kreide ohne Feuersteine | Seewen Schichten | Oberer Pläner | |
| | | | Mitt. | Angoulême St. (Angonmien) | | | Mittlerer Pläner | |
| | | | Unt. | Loire St. (Ligérien) | | | | |
| | | Cenoman | Ob. | Charente St. (Carentonien) | | | Unterer Pläner | Chloritische Kreide |
| | | | Unt. | Rouen St. (Rotomagien) | Oberer Grünsand | Tourtia | Unterer Quadersandstein | |
| | Untere Kreide | Gault | Ob. | Aube St. (Albien) | Vraconne St. | | Flammenmergel | |
| | | | Unt. | Apt St. | Unterer Grünsand (Caprotinen-) Schrattenkalk | | Hilston und -conglomerat | Hilssandstein |
| | | Neocom | Ob. | Barrême St. (Urgon) | | | | |
| | | | Mitt. | Hauterive St. | Spatangenkalk | | | |
| | | | | Valengin St. | | | | |
| | | | Unt. | Berrias St. | Aptychen-Kalk ↓ | | | Wälder Sch. |

## Juraformation

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Oberer Jura oder Malm | Oberer | Tithon St. (= Portland Stufe) | Weißer Jura | ζ, ε | Transitorius Sch., Lithographicus Sch. — Diphya Kalk — Wolga Aptycheu Sch. Kalk — Purbeck — Virgatus Sch. |
| | | Kimmeridge St. | | δ, γ | Endoxus Sch., Tennilobatus Sch. — Acanthicus Sch. — Virgula St., Pteroceras St. |
| | Unterer | Oxford St. | | β | Bimammatus Sch. — Sequan |
| | | | | α | Transversarius Sch., Perarmatus Sch. — Rauracien, Terrain à chailles |
| | | Kelloway St. (Callovien) | Brauner Jura | ζ | Athleta u. Jason Sch. — Ornaten Ton |
| | | | | | Makrocephalus Sch. — Vilser Sch. |
| Mittlerer Jura oder Dogger | Oberer | Bath St. (Bathonien) | | ε | Parkinsoni Sch., Klaus Sch., Variaus Sch., Hauptrogenstein — Großoolith |
| | Mittl. | Bayeux St. (Bajocien) | | δ | Blagdeni u. Humphriesi Sch. — Unteroolith |
| | | | | γ | Sauzei u. Sowerbyi Sch. |
| | Unterer | | | β | Murchisonae Sch. |
| | | | | α | Opalinus Sch. |
| Unterer Jura oder Lias | Oberer | Thouars St. (Toarcien) | Schwarzer Jura | ζ | Jureusis Sch. — Graue Kalke |
| | | | | ε | Posidonien Sch. |
| | Mittl. | Lias St. (Liasien) | | δ | Spinatus u. Margaritatus Sch. — Amaltheen Tone |
| | | | | γ | Davoëi u. Numismalis Sch. |
| | Unterer | Sémur St. (Sinémurien) | | β | Raricostatus Sch., Oxynotus u. Obtusus Sch. |
| | | | | α | Tuberculatus Sch., Bucklandi Sch., Angulatus u. Planorbis Sch. — Gryphiten- oder Arieten-Kalke |

## Triasformation

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Obere oder Keuper | Rhätische Stufe | Kößener oder Contorta-Sch. | | Oberer Keuper Bonebed |
| | Norische od. Juvavische Stufe | Hauptdolomit | Unterer Dachsteinkalk | Mittlerer (Bunter) Keuper: Steinmergelkeuper, Schilfsandstein, Gipskeuper |
| | Karnische Stufe | Raibler Sch., Cardita-Sch. | Hallstätter Kalk | |
| | Ladinische Stufe | Cassianer Sch., Wengener Sch., Partnach Sch. — Wettersteinkalk | Esino- und Schlern-Dolomit | Unt. Keuper oder Lettenkohle — Grenzdolomit |
| Mittlere oder Muschel-Kalk | Muschelkalk: Ob. alpiner | Buchensteiner Sch. | | Oberer M. — Trigonodusdolomit, Nodosuskalk, Trochitenkalk |
| | Muschelkalk: Mittl. alpiner | Trinodosus Sch. | Mendola Dolomit | Mittl. M. — Anhydritgruppe |
| | Muschelkalk: Unt. alpiner | Binodosus Sch. | | Unterer M. — Wellengruppe |
| Untere oder Buntsandstein | Ceratiten-Sch. | Werfener Sch. | Campiler Sch., Seißer Sch. | Ober. Bunts. — Röth — Voltzia Sdst.; Mittl. » — Hauptbuntsdst.; Unt. » |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Permformation | Ober-Perm | Zechstein | Oberer | Bellerophon-Kalk | | Otoceras Sch. | | Oberer |
| | | | Mittlerer | | | | | |
| | | | Unterer | Kupferschiefer | | Djulfa Sch. | | Mittlerer |
| | Unter-Perm | Rotliegendes (Verrucano) | Oberes | | Karooformation | Sosio Sch. | | Unterer |
| | | | Mittleres | Lebacher Sch. | | | | |
| | | | Unteres | Cuseler Sch. | | Artiusk Sch. | | |
| Karbonformation | Ober-Karbon (Productiv) | Oberes: Ottweiler Sch. | | | Fusulinenkalk | Oberer | | Schwagerinen St. Gshel St. Moskau St. |
| | | Mittleres: Saarbrückener Sch. | | | | | | |
| | | Unteres: Waldenburger Sch. | | | | Kohlenkalk (Bergkalk) | | |
| | Unter-Karbon | Kulm | | | | Unterer | | Visé St. Tournay St. |
| Devonformation | Ober-Devon | Clymenien St. | | Cypridinen Schiefer | | | | Chemung u. Catskill Gr. |
| | | Goniatiten St. | | Intumescens u. Cuboides Sch. | | | | Portage Gr. |
| | | | | Iberger Kalk | | *Böhmen* | | Genesee Gr. |
| | Mittel-Devon | Stringocephalen St. | | Wissenbacher | | | $H_2$ $H_1$ | Hamilton Gr. |
| | | Calceola St. | | und | | | $G_3$ | |
| | | Cultrijugatus St. | | Tentaculiten | | | $G_2$ | Marcellus Gr. |
| | | | | Schiefer | | | $G_1$ | |
| | Unter-Devon | Coblenzschichten | | (Spiriferen Sdst.) | | | | Corniferous Gr. |
| | | Hundsrückschiefer | | | | | $F_2$ | Schoharie Gr. Oriskany Gr. |
| | | Taunusquarzit | | | | | | Heldenberg Gr. |
| Silurformation | Ober-Silur | Ludlow | | Oesel-Sch. | | Obere Graptolithen Schiefer | $F_1$ | Waterlime Gr. |
| | | Wenlock | | Gotländer Kalk | | | $E_2$ | Onondaga Gr. Niagara Gr. |
| | | Llandovery | | | | | $E_1$ | Clinton Gr. |
| | Unter-Silur (Ordovicium) | Bala und Caradoc | | Leptaenakalk | | Mittl. Graptolithen Schiefer | $D_5$ | Cincinnati Gr. |
| | | Llandeilo | | Cystideen Kalk | | | $D_{4,3}$ | Utica-Schiefer |
| | | Arenig | | Orthoceren- (Vaginaten-) Kalk | | | $D_2$ $D_{1\gamma}$ | Trenton Gr. |
| | | Tremadoc | | Ceratopyge-Sch. | | Unt. | $D_{1\beta}$ | Calciferous Sdst. |
| Cambrium | Ober-Olenus St. | Dictyonema- (-graptus-) Schiefer | | | | | | |
| | | Lingula flags | | Ob. Alaunschiefer | | Unguliten- (= Obolus) Sdst. | | Potsdam Gr. |
| | Mittel-Paradoxides St. | Menevian St. | | Andrarumkalk | | Primordial. (Böhmen) | C | St. John (= Acadische) Gr. |
| | | | | Unt. Alaunschiefer | | | | |
| | Unter-Olenellus St. | Caerfai St. | | Fucoiden u. Eophyton Sandstein | | | | Georgia Gr. |

# SYSTEMATIK.

## 1. Das Pflanzenreich.

Man unterscheidet zwei Entwicklungsstufen der Pflanzenwelt nach der Art der Fortpflanzung. Bei den niederen Pflanzen bildet den Ausgangspunkt für die Entwicklung des neuen Individuums die einzellige Spore, welche ohne Blüte erzeugt wird. Bei den höheren Pflanzen entsteht aus einer deutlich erkennbaren Blüte ein vielzelliger Samen, aus dem die neue Pflanze hervorgeht. Hiernach unterscheiden wir:

I. **Kryptogamen** (Sporenpflanzen).
II. **Phanerogamen** (Samen- oder Blütenpflanzen).

## I. Kryptogamen oder Sporenpflanzen.

Nach der Ausbildung ihrer vegetativen Organe zerfallen die Kryptogamen in 3 Gruppen, nämlich:

A. **Thallophyta** (Algen, Pilze, Flechten).
Ein- oder mehrzellige Pflanzen, denen eine Differenzierung in Stengel, Blätter und Wurzeln fehlt.

B. **Bryophyta** (Laub- und Lebermoose).
Mehrzellige, zumeist in Stengel und Blätter differenzierte Pflanzen. Statt der Wurzeln einfach gebaute Haare. Echte Gefäßbündel fehlen.

C. **Pteridophyta** (Farne, Schachtelhalme, Bärlappe).
Mehrzellige Pflanzen mit Wurzel, Stengel und Blättern. Echte Gefäßbündel (Holzzylinder) vorhanden. — Gefäßkryptogamen.

Die fossilen Reste dieser drei Abteilungen besitzen sehr ungleiche Bedeutung. *Bryophyten*reste kennt man nur spärlich und nur aus jungen Ablagerungen; sie sind wenig wichtig. Einige Familien der Algen lassen sich bis in die paläozoischen Formationen zurückverfolgen; manche derselben haben früher als Gesteinsbildner eine wichtige Rolle gespielt. Die *Pteridophyten* bildeten in der paläozoischen Zeit fast ausschließlich die baumartige Landflora und erzeugten die Hauptmasse der Steinkohlen. Ihre Reste sind in allen Formationen reichlich und häufig sehr gut erhalten.

## A. **Thallophyta** (Algen, Pilze, Flechten).

Die meisten Thallophyten sind leicht vergänglich und fossil entweder gar nicht oder nur in wenig bezeichnenden Abdrücken erhalten. Ausgenommen sind diejenigen Gruppen, deren Zellhäute sich mit Kieselsäure oder Kalkkarbonat imprägnieren oder inkrustieren und dadurch erhaltungsfähig werden (Kieselalgen, Kalkalgen). Folgende Gruppen gehören dazu:

1. **Diatomaceae** (Kieselalgen). Einzellige, mikroskopisch kleine Algen, deren Zellhaut mit Kieselsäure imprägniert ist. Sie bilden eine eigene Klasse. Im Süß- und Salzwasser (S. 12).
2. **Siphoneae** (Schlauchalgen). Einzellige, makroskopische, oft stark verzweigte Algen. Zellhaut meist mit Kalkkarbonat imprägniert. Kalkhüllen vorwiegend röhrig. Zu den Grünalgen (*Chlorophyceen*) gehörig. Marin. (S. 13—18).
3. **Corallinaceae** (Steinalgen). Vielzellige Algen mit verkalkten Zellwänden. Habitus stein- bis korallenartig. Bilden eine Abteilung der Rotalgen (*Rhodophyceen*). Marin. (S. 18).
4. **Characeae** (Armleuchteralgen). Vielzellige, regelmäßig quirlich verzweigte Algen; Stengel und Früchte meist mit Kalkkarbonat inkrustiert. Eigene Klasse. Süß- und Brackwasser. (S. 19).

### 1. **Diatomaceae** (= Bacillariaceae) Kieselalgen.

Die Zellhaut dieser mikroskopisch kleinen ($^1/_{200}$—$^1/_4$ mm) Algen ist mit amorpher Kieselsäure imprägniert, wodurch ein fester, widerstandsfähiger Panzer von sehr wechselnder Form und Verzierung entsteht. Der Panzer (1) besteht nach Art einer gedeckelten Schachtel aus zwei etwas ungleichen Hälften oder Schalen (*BC*), deren größere über die kleinere übergreift. Boden (*up*) und Deckel (*op*) heißen Platten, die umgebogenen Ränder (*gi*, *ga*) Gürtelbänder. Die Form der Zellen ist sehr wechselnd, kreisrund, elliptisch, keil- oder stabförmig usw., zumeist angenähert symmetrisch. Die Verzierungen (vorwiegend auf der Plattenseite) bestehen aus Rippen (*qr*), Leisten, Gruben, Knoten (*ek*, *mk*), Linien (*l*).

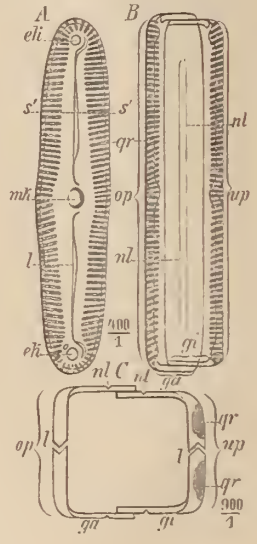



Fig. 1. *Navicula viridis* Ehr. Lebend (u. jungtertiär). *A* Zelle von der Platten- oder Schalenseite, *B* von der Gürtelseite, *C* im Querschnitt nach *s'*—*s'* in *A*. *up* untere, kleinere, *op* obere, größere Schale (Platte); *gi* Gürtelband der unteren, *ga* der oberen Schale; *l* Naht oder *raphe*; *ek* Endknoten; *mk* Mittelknoten; *nl* Nebenlinien; *qr* Querrippen (Rinnen).

Die Diatomeen leben schwebend, kriechend oder sitzend, stets gesellig, im Salz- wie im Süßwasser und sind in tausenden von Arten über die ganze Erde verbreitet. Infolge ihrer raschen, meist durch Querteilung erfolgenden Vermehrung erzeugen sie äußerst feinkörnige Kieselmehlabsätze von erheblicher Mächtigkeit (Kieselguhr, Infusorienerde). Derartige Lager kennt man vorwiegend als Süßwasser- seltener als Meeresabsätze aus diluvialen und tertiären Schichten verschiedener Gegenden. Die fossilen Formen unterscheiden sich nur wenig von den lebenden. In mesozoischen Ablagerungen hat man sie nur vereinzelt bis zum Lias hinab, in paläozoischen überhaupt noch nicht gefunden. Doch dürfte diese Erscheinung nicht auf einem ursprünglichen Fehlen, sondern auf dem Umstande beruhen, daß, wie bei anderen kieselhaltigen Resten, die leicht lösliche amorphe Kieselsäure aufgelöst und in formloser Masse wieder ausgeschieden ist. Manche dichte Kieselgesteine älterer Zeit (Kieselschiefer, Hornsteine, Feuersteine) können daher, soweit sie nicht nachweisbar tierischen Kieselskeletten ihren Ursprung verdanken, als umgewandelte Infusorienerden angesprochen werden.

## 2. **Siphoneae** Schlauchalgen (2—10).

Thallus meist reich und oft sehr regelmäßig verzweigt, im vegetativen Zustande aus einer Zelle mit zahlreichen Kernen bestehend. Häufig bildete sich um die Zellhaut eine = feste Ausscheidung von Kalkkarbonat, welche die Form und Verzweigung des Thallus, oft auch die Stellung der eiförmigen Sporangien wiedergibt. Daher bleiben sie auch im fossilen Zustande gut erkennbar und lassen sich schon vom Silur an verfolgen. Zwei Familien sind von Wichtigkeit:

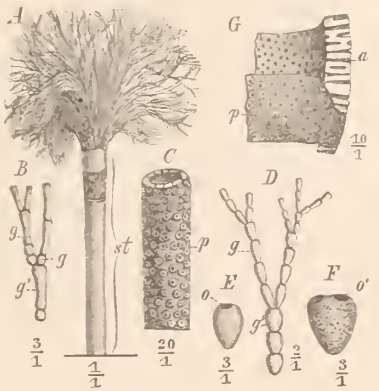



Fig. 2. *A*, *C Penicillus capitatus* Lmk. Recent. Bermuda Inseln. Der Stiel (*st*) mit einer porösen Kalkscheide (*C*) umgeben; *p* Poren. *B Coralliodendron arbuscala* Mont. Recent. Australien. Gegliederte Kalkhülle; *g* Glieder. *D*—*G Ovulites margaritula* Lk. Eocän. Pariser Becken. *D* ein restauriertes Zweigstück; *g* einfach gelochte (*E*). *g'* doppelte gelochte (*F*) Glieder, letztere unter den Verzweigungsstellen; *o*, *o'* Stiellöcher. *G* Aufgebrochenes Glied. *p* Mündung der Kanäle auf der Oberfläche; *a* dieselben im Längsschnitt.

a) **Codiaceae** (2, 3). Die reichlichen, dichotomen Verzweigungen der Thalluszelle sind locker oder dicht miteinander verflochten und bilden einen unregelmäßig knolligen (3) oder ± bezeichnend umgrenzten Körper (2).

Bei der lebenden Gattung **Codium** Ag. ist der Thallus zuweilen krustenförmig oder unregelmäßig kugelig. Daran schließen sich fossile Vorkommnisse wie **Sphaecocodium** Rothp. (3) Perm und Trias der Alpen), **Girvanella** N. u. E.

(Silur, Nordeuropa), knollige, konzentrisch-schalige, gesteinsbildend auftretende Körper, großen Oolithen ähnelnd, welche u. d. M. ein wirres Geflecht feiner, dichotom verzweigter Zellfäden erkennen lassen. *S. Bornemanni* Rothp. (3) Raibler Sch. u. Rhät. *Girv. problematica* Nich. u. Eth. Hauptsächlich Obersilur. In die Nähe der lebenden Gattung **Penicillus** Lmx. (2 *A—C*), deren Stiel mit einer röhrigen, ungegliederten oder gegliederten (**Coralliodendron** Ktz. 2 *B*), fein perforierten (*C*) Kalkhülle umgeben ist, wird die im pariser Eocän sehr häufige Gattung **Ovulites** Lmk. (2 *D—G*) gestellt. Die aus dem ursprünglichen Verbande (*D*) gelösten Glieder sind eiförmig, an jedem Pol mit einer größeren (*E*) oder an den Dichotomierungsstellen oben mit zwei Öffnungen (*Fo'*) versehen. Die Wand wird von zahlreichen feinen Kanälen (*Ga*) durchbohrt, die auf der Oberfläche (*Gp*) münden und von 6-seitigen Feldern umgrenzt werden. In diesen Kanälen müssen sich wohl feine Verzweigungen des Zellschlauchs befunden haben.

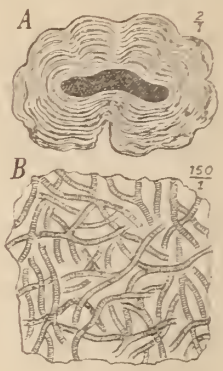



Fig. 3. *Sphaerocodium Bornemanni* Rothp. Ob. Trias: Raibler Sch. Karwendelgebirge. *A* Angewittertes Stück, den (dunkeln) Fremdkörper oder Hohlraum in der Mitte zeigend. *B* Dünnschliff, das Geflecht von Zellfäden zeigend.

Auch ein Vorläufer der namentlich in den wärmeren Meeren (auf Koralleninseln) sehr häufigen Gattung **Halimeda** Lmk. (mit gegliedertem Thallus) ist aus der älteren Kreide bekannt, **Bouëina** Toul. Thallus ungegliedert. Gesteinsbildend.

b) **Dasycladaceen (= Siphoneae verticillatae)** (4—10). Der Thallus besteht aus einer einfachen oder verzweigten cylindrischen Stammzelle oder Achse (4 *A*), die mit wurzelförmigen Ausstülpungen (*w*) festgeheftet ist. Wirtelig gestellte, oft selbst wieder wirtelig verästelte Seitenzweige (*C*, $w_1$, $w_2$) sprossen aus der Stammzelle (*C. st*) und sind oft wie diese in einer Kalkhülle (*C*, *k*) eingeschlossen, welche zumeist die Form einer oben geschlossenen Röhre oder Keule besitzt (5 *A*). Die perforierenden, einfachen (5 *B*, *c*) oder verzweigten Kanäle dieser Röhre entsprechen den sterilen Verzweigungen, die nach außen geschlossenen, birnförmigen Höhlungen (5 *Bs*, *Cs*) den Sporangien. Die widerstandsfähigen Kalkröhren oder ihre zerfallenen Teile kommen schon seit dem Silur vielfach gesteinsbildend namentlich in kalkigen Flachwasserabsätzen vor. Die lebenden Vertreter finden sich fast nur in tropischen Meeren.

1. Sporangien ± kuglige, endständige Abschnürungen der Wirtelzweige I. Ordn. (4 *C*, *s*).

Die lebende Gattung **Cymopolia** Lmx. (4) besitzt einen dichotom verzweigten Stamm mit gegliederter Kalkhülle (*A*, *B*). Die Kanäle der tonnenförmigen Kalkglieder enthalten die Zweige I. und II. Ordn. (*C* $w_1$, $w_2$);

diese entspringen zu 4—6 aus ersteren und ihnen entsprechen die enggestellten Poren der Oberfläche (*B*). Fossil im Eocän des Pariser Beckens häufig. *C. elongata* Dfr. (*4 D*).

Schon aus der Kreide bekannt und im pariser Eocän sehr häufig ist die nahe verwandte Gattung **Neomeris** Lmx. mit ungegliedertem Kalkzylinder und nur je 2 Wirtelzweigen II. Ordn. neben dem Sporangium. Infolge unvollkommener Verkalkung zerfällt die Kalkröhre oft in einzelne Ringstücke. *N. annulus* P. & J. (Eocän).

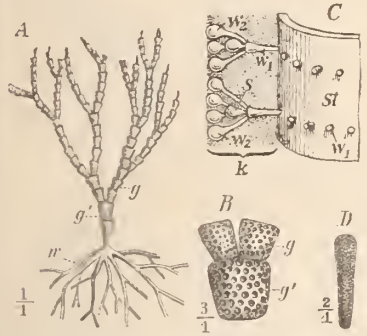



Fig. 4. *Cymopolia*. *A—C*. *C. barbata* L. *A* Ganze Pflanze mit verzweigtem, unverkalktem Wurzelteil (*w*) und dichotomem Stammteil; *g* einfache, *g'* Verästelungs-Glieder. *B* Drei Kalkglieder einer Verzweigungsstelle, die Poren zeigend, aus welchen die Enden der Wirtelzweige II. Ordn. heraustreten. *C* Ein Stück der Stammzelle (*st*) mit den Wirtelzweigen I. Ordn. ($w_1$). II. Ordn. ($w_2$) und den axialen Sporen (*s*); *k* (punktierte Fläche) = Kalkzylinder. *D C. elongata* Dfr. Eocän. Paris. Ein Kalkglied.

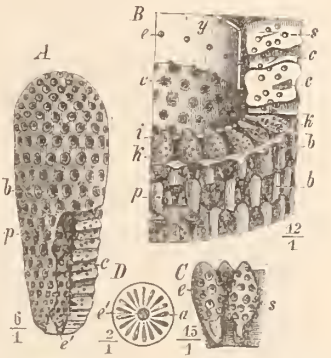



Fig. 5. *Dactylopora cylindracea* Lmk. Eocän. Paris. *A* Aufgebrochener Kalkzylinder. *e'* Verengte Eintrittsstelle der Stammzelle; *c* Kanäle der Wirtelzellen; *p* Austrittsporen derselben; *b* solide Kalkzapfen. *B* Quer und längs aufgeschnittenes Stück der Kalkhülle. *c* und *b* wie oben; *y* innere, der Stammzelle anliegende, zerbrechliche Kalkhülle mit den verengten Eintrittsstellen der Wirteläste (*e*); *i* innere, sporangienfreie Lage des Kalkzylinders; *k* birnförmig verdickte Kalkmasse mit den Sporenhöhlen (*s*). *C* Die birnförmigen Kalkkörper von oben gesehen; *e, s* verengte Eintrittsstellen der Sporenhöhlen. *D* Kalkhülle von unten gesehen; *e'* wie in *A*; *a* Röhren von sterilen Wirtelzweigen.

### 2. Sporangien ± kuglige, seitenständige Abschnürungen der Wirteläste I. Ordn.

Der lebenden Gattung **Bornetella** M.-Ch. schließt sich **Dactylopora** *cylindracea* Lk. (5) an, im pariser Eocän häufig. Der keulenförmigen, oben geschlossenen Stammzelle liegt zunächst eine zarte, selten erhaltene Kalkhaut (*B, y*) an; nach außen folgt ein fester Kalkzylinder (*A, B*), in dem die Wirtelzweige I. Ordn. einfache weite, perforierende Kanäle (*c*) erzeugen, die auf der Oberfläche als weite Poren (*p*) münden. Die an den Seiten dieser Zweige in großer Zahl sitzenden Sporangien bilden kleine kuglige Höhlungen (*s*) in birnförmigen Kalkkörpern (*B, k, C*), die mit der Innenwand (*Bi*) fest verwachsen und nach außen unter sich durch solide Kalkzapfen in alternierender Stellung (*b*) verbunden sind.

### 3. Sporangien in schlauchartigen Aussackungen der Wirteläste I. Ordn.

Bei der in den tropischen Meeren und im Mittelmeere lebenden

**Acetabularia** Lmx. (6 *A—C*, *E*) wird nur ein (oder einige) Wirtel I. Ordn. fertil und zu einem schirmartigen Kalkhute umgebildet (*Ah*, *Bh*), der sich auf einem dünnen Stiele (*st*) erhebt. Der Hut besteht der Hauptsache nach aus langen, schlauchartigen Aussackungen der Wirtelzweige I. Ordn. (Segmenten *E*), die miteinander seitlich verwachsen und die Sporangien (*s*) enthalten. Die lebend und seit dem Eocän fossil bekannte

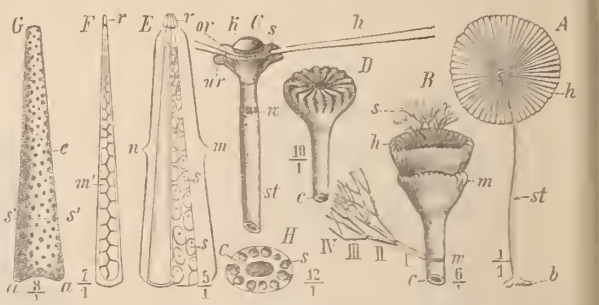


Fig. 6. *A—C, E Acetabularia mediterranea* Lmx. Mittelmeer. *A* Ausgewachsene Schirmpflanze. *b* Basalstück; *st* Stiel; *h* Hut. *B* Oberer Teil der jungen, noch unverkalkten Pflanze. *w* steriler Wirtel mit 4facher Verzweigung (I—IV); *h* der spätere Hut; *m* Unterer Hutring; *s* Schopf. *C* Querschnitt durch den Hut. *st*, *w*, *h* wie oben; *ur* unterer Hutring; *or* oberer Hutring; *s* Schopfporen; *k* Kappe. *E* Zwei Hutsegmente, das rechte (*m*) mit Sporangien (*s*) gefüllt, das linke (*n*) entleert; *r* Ring. *D*, *F—H Acicularia*. *D A. sp.* Eocän. Paris. Oberer Teil des verkalkten Stiels; *c* Hohlkanal. *F*, *A. Andrusowii* Solms. Ob. Miocän. Krim. Schirmsegment mit kalkigen Sporangienwänden (*m'*); *r* Ring. *G*, *H A. sp.* Eocän. Paris. Freie Kalknadel aus einem Hutsegment; *a* distale Ecken; *e* Eingänge zu den Sporangienhöhlen. *H* Querschnitt nach *s'—s'* in *G*. *c* mittlerer Kanal; *s* blindendigende Sporangienhöhlungen.

**Acicularia** d'Arch. (6 *D*, *F—H*) ist durch ± starke Verkalkung der Zwischenräume der Sporangien (*F*, *m'*) ausgezeichnet, wodurch frei in den Segmenten liegende hohle (*He*) Kalknadeln (*G*, *H*) entstehen, an deren Oberfläche die Eingänge (*Ge*) zu den kugligen Sporangienhöhlungen (*Hs*) zu sehen sind. Gelegentlich gesteinsbildend wie im oberen Miocän (sarmatische Sch.) Südrußlands.

### 4. Sporen in der Stammzelle oder in den angeschwollenen Wirtelzweigen I. Ordn.

Die meisten mesozoischen und alle paläozoischen Vertreter ermangeln besonderer Aussackungen für die Sporen oder Sporangien: diese dürften sich entweder in der Stammzelle oder in den erweiterten Wirtelzweigen I. Ordn. befunden haben. Letzteres Verhalten ist bei einigen Formen aus Jura und Kreide festgestellt worden (*Triploporella*, *Tetraploporella*). Als Gesteinsbildner sind von Wichtigkeit

#### a) aus mesozoischen (und permischen) Ablagerungen

**Diplopora** Schfh. (8). Oben geschlossene, zylindrische Röhren, welche ± deutlich durch Einschnürungen in Ringe gegliedert sind. Jedem Ringe entsprechen ein Paar oder mehr zylindrischer Wirtelzweige, die als feine, wagerechte oder aufsteigende Röhrchen (*Bo*) in der dicken Wand und auf

ihrer Oberfläche als feine Löcher (*Bp*) erscheinen. Sporen wahrscheinlich in der Stammzelle.

Häufig gesteinsbildend in Kalken und Dolomiten. Perm, bes. aber in der mittleren Trias (Muschelkalk, Ladinische Stufe) in den Alpen und im Apennin, auch im schlesischen Muschelkalk. *D. annulata* Schfh., *D. porosa* Schfh. (Lad. St.)

**Physoporella** Stmn. (7). Wie vorige oft gegliedert. Oberfläche mit entfernt stehenden blasigen Erhöhungen (*w*), in welche sackförmige, geschlossene Höhlungen (*s*) (Wirtelzweige) von der Stammzelle hineinsetzen, die nur durch Abreibung der Oberfläche sich gegen außen öffnen. Sporen wahrscheinlich in diesen sackförmigen Wirtelästen.

Im Muschelkalk und in der Ladinischen Stufe der Alpen, selten im lothringischen Muschelkalk. *Ph. pauciforata* Gue. (Muschelkalk), *Ph. macropora* Gue. (Lad. St.)

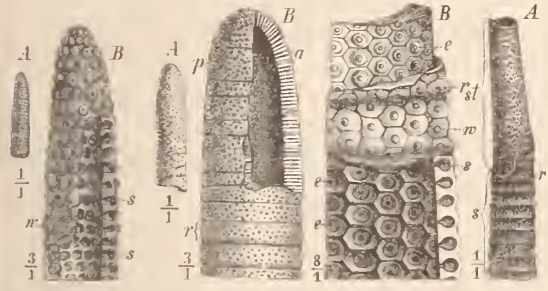



Fig. 7. *Physoporella pauciforata* Gue. Muschelkalk. Prags, Südtirol. *A* Kalkröhre. *B* Dieselbe aufgebrochen, die Warzen der Oberfläche (*w*) und die darunter befindlichen Höhlungen (*s*) zeigend.




Fig. 8. *Diplopora porosa* Schfh. Mittlere Trias: Ladinische St. Marmolata, S.-Tirol, *a* Kanäle, auf der Oberfläche als Poren (*p*) sichtbar; *r* Ringe.




Fig. 9. *Gyroporella vesiculifera* Gue. Ob. Trias: Hauptdolomit. Inzino. *A* Kalkröhre, unten die Schale (*s*) mit ringförmigen Kanten (*r*), oben die Steinkernausfüllung (*st*) zeigend. *B* Aufgeschnittenes Stück, oben den Steinkern, in der Mitte die Außenseite der Röhre mit den warzentragenden (*w*) Feldern und der Ringkante (*r*) zeigend. Unten die Röhre von innen und im Radialschnitt. *s* geschlossene birnförmige Höhlungen; *e* Eingangsporen inmitten 6seitiger Felder, die oben im Abdruck erscheinen. *A* und *B* stehen auf dem Kopfe!

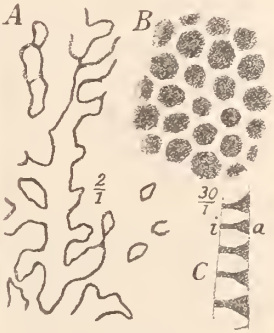



Fig. 10. *Vermiporella sp.* Unt. Silur: Lykholm-Sch. Geschiebe. Kiel. *A* Längsschnitt durch eine stark verzweigte Röhre. *B* Tangentialschnitt durch die Wand, den verschiedenen Durchmesser der Kanäle zeigend. *C* Querschnitt der Wand; *i* Innen-, *a* Außenseite.

**Gyroporella** Gue. (9). Meist gebogene, lange Röhren oder Keulen mit geschlossenem Ende, ungegliedert, zuweilen mit ringförmigen Wülsten (*r*). Oberfläche dicht 6seitig gefeldert; in der Mitte jedes Feldes eine warzige Erhöhung (*w*). Aus der weiten Stammzelle führen dicht gedrängte Reihen von Wirtelästen I. Ordn. durch ein enges, in einer 6seitigen Vertiefung befindliches Loch (*e*) in die dünne Wand, wo sie in birnförmigen, geschlossenen Höhlungen endigen, die wahrscheinlich Sporen enthielten.

*G. vesiculifera* häufig und gesteinsbildend im Hauptdolomit der Südalpen und des Apennins.

b) aus Unter-, seltener Obersilur der skandinavisch-baltischen Region (und als Diluvialgeschiebe in Norddeutschland häufig).

**Vermiporella** Stoll. (10), aus einfachen oder verzweigten Röhren bestehend, die von einfachen, nach außen sich erweiternden Kanälen durchsetzt werden. **Palaeoporella** Stoll. besitzt ± keulenförmige Röhren, die von feinen, verästelten Kanälen (den Wirteln I.—III. Ordn. entsprechend) durchsetzt werden. Sporen bei beiden wahrscheinlich in der Stammzelle.

## 3. Corallinaceae (Steinalgen). (11, 12).

Thallus sehr mannigfaltig gestaltet, krustenförmig, knollig oder verzweigt, oft korallenartig, festgewachsen oder überrindend. Er besteht aus einem dicht geschlossenen Gewebe zahlreicher, kleiner, würfelförmiger oder parallelopipedischer Zellen von $^1/_{200}$—$^1/_{60}$ mm Größe, deren Zellwände zumeist durch Einlagerung von Kalkkarbonat verhärten, so daß steinartige, anorganisch scheinende Körper entstehen. Ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane (Sporen) entstehen periodisch in verlängert eiförmigen, vierteiligen Höhlungen — Tetrasporangien (12 *Bt, Ct*), die vereinzelt stehen oder (bei jüngeren Formen) gruppenweise in größeren Höhlungen (Konzeptakeln 11 *Ac*) vereinigt sind. Die weiblichen Fortpflanzungsorgane befinden sich in halbmondförmigen Höhlungen (11 *Bc*) mit zentralem Zapfen (*s*) und spitzenständigem Porus (*Bo, Cg*). — Cystocarpien.

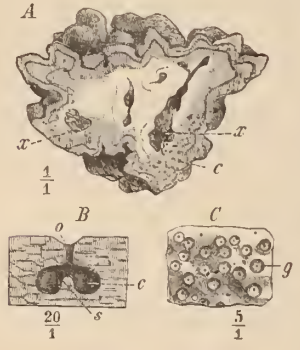



Fig. 11. *Lithothamnium polymorphum* Aresch. Recent. Küste der Bretagne. *A* Vertikalschnitt durch den knolligen Algenkörper; *x* Höhlungen durch Fremdkörper hervorgerufen; *c* Cystocarp. *B* Querschnitt durch ein Cystocarp (*c*), mit Zapfen (*s*) und endständiger Öffnung (*o*). *C* Oberflächenansicht, die eingesenkten Öffnungen der Cystocarpien (*g*) zeigend.

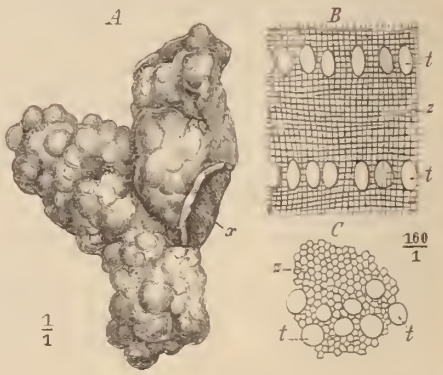



Fig. 12. *Lithothamnium gosaviense* Gue. Senon. Martigues, Bouches du Rhône. *A* Ein knolliger Thallus; *x* Anheftstelle. *B* Längsschnitt, *C* Querschnitt durch das Zellgewebe *z*; *t* lagenweise angeordnete Tetrasporangien.

Die lebenden Vertreter, i. B. die Gattung

**Lithothamnium** Phil. (11, 12) sind besonders in der Flachsee der wärmeren Meere weit verbreitet und bilden für sich oder in Verbindung mit

andern Organismen (wie Korallen) ± mächtige Kalkmassen. Eine ähnliche Rolle spielten sie schon im Tertiär und in der jüngeren Kreide. So bestehen der miocäne Leithakalk (*L. ramosissimum* Rss.) und der obereocäne Granitmarmor der bayrischen Voralpen (*L. nummuliticum* Gue.) zum gr. T. aus Bruchstücken dieser Algen, die durch ihre porzellanartig weiße Farbe auffallen. Man hat sie bis zum Jura zurückverfolgt.

## 4. Characeae (Armleuchteralgen).

Chlorophyllreiche, aufrechte, vielzellige Algen des Süß- und Brackwassers mit gegliedertem Stengel und Ästen und quirliger Verzweigung. Der Stengel besteht aus abwechselnd langen und kurzen Zellen; letztere bilden die Knoten, an welchen die »Blätter« und Zweige entspringen. Antheridien und Sporenknospen entstehen auf den Blättern. Die vegetativen Teile, besonders aber die Früchte inkrustieren sich häufig mit Kalkkarbonat und werden dadurch fossil erhaltbar. Von den wenigen Gattungen dieser fast kosmopolitischen Familie kommt fossil nur

**Chara** A. Br. (13) vor. Man findet in Süßwasserablagerungen oft ganze Haufwerke der inkrustierten Stengel; die Stengelzellen (*E iz*) sind zumeist von einer Hülle dünner Rindenzellen (*rz*) umgeben. Die eiförmigen bis kugligen Früchte (Oosporen) (*A*—*D*) bestehen aus einer Spore, die von 5, spiral gewundenen Hüllblättern umgeben ist. Die Endzellen der Hülle bilden ein, auch fossil erhaltbares, Krönchen (*k*). Durch Verhärtung und Einlagerung von Kalkkarbonat wird die Frucht widerstandsfähig. Reste, zumeist in der Form von Früchten, kommen vielleicht schon in paläozoischen Schichten, sicher aber vom Jura an vor. In tertiären und diluvialen Ablagerungen pflegen Stengel und Früchte häufig zu sein.

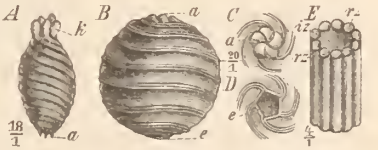



Fig. 13. *Chara*. *A Ch. vulgaris* Recent. Frucht. *B*—*E Ch. medicaginula* Brgt. Ob. Oligocän. Montmorency, Pariser Becken. *B* von der Seite, *C* von oben, *D* von unten. *k* Krönchen; *a* Ansatzstelle des Krönchen; *e* untere Öffnung der Frucht. *E* Ein Stengelstück, die Internodialzelle (*iz*) und die Rindenzellen (*rz*) im Durchschnitt zeigend.

## Thallophyten unsicherer Zugehörigkeit.

Vielfach hat man Bohrgänge und Kriechspuren von Tieren, Produkte der Wasserbewegung in Schlamm und Sand oder sonst wie entstandene Gebilde als Algen gedeutet und beschrieben. Hiervon abgesehen gibt es aber noch eine Anzahl fossiler Thallophyten, die man zwar meist in die lebenden Abteilungen nicht einwurfsfrei einreihen kann, die aber wegen ihrer Häufigkeit in Meeresabsätzen früherer Zeiten eine gewisse Bedeutung beanspruchen. Von diesen mögen hervorgehoben sein:

**Chondrites** Stbg. (14, 15). Abdrücke von dichotom oder sympodial verzweigten Algen mit stilrundem und glattem Thallus, mit nicht oder nur andeutungsweise erhaltener Struktur. Sie besitzen eine große habituelle Ähnlichkeit mit den lebenden Gattungen *Chondria*, *Gigartina* u. a. aus der Klasse der Rotalgen (*Rhodophyceae*), die gelatinös oder knorplig sind.

Sie finden sich häufig und gewöhnlich gesellig in tonigen, mergeligen oder sandigen Gesteinen der verschiedensten Formationen, oft unter fast vollständigem Ausschluß aller sonstiger Reste, so besonders im Jura (14), in der Kreide und im alttertiären Flysch (15). Schon durch ihre dunklere Farbe, welche namentlich bei der Verwitterung der mergeligen Gesteine hervorzutreten pflegt, heben sie sich deutlich von der Gesteinsmasse ab.

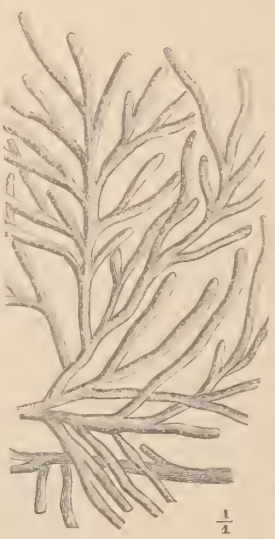


Fig. 14. *Chondrites bollensis* Ziet. Ob. Lias. (ε) Boll, Württemberg.

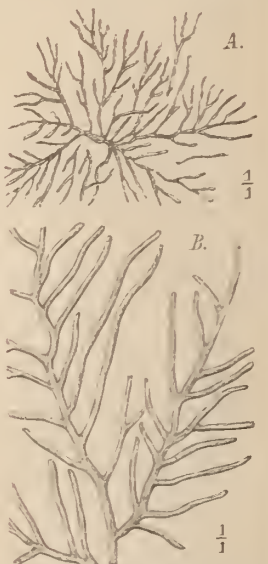



Fig. 15. Flyschchondriten. *A Ch. intricatus* Brgt. *B Ch. Targioni* Brgt. Oligocäner Flysch. Schweizer Alpen.

**Coccosphaeridae** (16 a, b). Der weiße Kalkschlamm, ebenso auch der dichte Riffkalk heutiger und früherer Meere wird zum sehr großen, vielleicht überwiegenden Teil aus

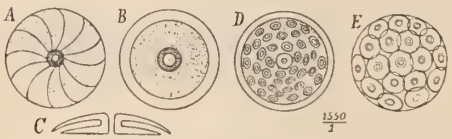



Fig. 16a. *Coccolithen.* Recent. *A* Ein Coccolith von oben, *B* von unten, *C* im optischen Durchschnitt, *D* mit zahlreichen Embryonalcoccolithen von unten, *E Coccosphaera.*

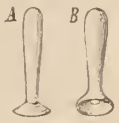



Fig. 16b. *Rhabdolithen.* Recent. *A* Ein Rhabdolith von der Seite, *B* von unten.

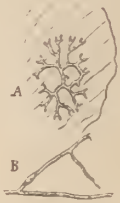



Fig. 17. In Kalk bohrende *Thallophyten. A* Ein verzweigter Gang in einer Fischschuppe aus dem oberen Jura. × 43. *B* Ein Thallusstück von *Ostracoblabe* (? Pilz). Recent, mit Salzsäure ausgelöst. × 250.

ungezählten Mengen kleinster ($^1/_{100}$—$^1/_{2000}$ mm großer) Kalkkörperchen von scheiben-, knopf-, seltener stabförmiger Gestalt gebildet, die am und über dem

Boden, auch wohl an der Oberfläche leben und besonders den wärmeren Meeren eigen sind.

**Coccosphaeren** (*E*) nennt man kuglige, protoplasmatische Körper, die rings von kreisrunden oder ovalen, dachziegelförmig sich deckenden Kalkplättchen in wechselnder Zahl (10—50) und Größe umgeben sind. Diese werden beim Zerfallen frei und wachsen zu den sog.

**Coccolithen** (*A—D*) aus. Sie bestehen aus zwei durch einen Hals nach Art eines Mansehettenknopfs verbundenen Platten mit einer axialen Höhlung (*C*). An der unteren Platte entstehen die Embryonalcoecolithen (*D*), die schließlich den Muttercoccolithen einschließen und zu *Coccosphaeren* (*E*) werden. Fossil bis in den Jura zurück verfolgt. Eine ähnliche, aber minder wichtige Rolle spielen die

**Rhabdolithen** (16b), welche auf einer kegelförmigen Basis eine Keule tragen und ebenfalls in der Richtung der Achse durchbohrt sind.

Neuerdings faßt man die *Coccosphaeriden* als Algen oder wohl richtiger als *Protozoen* von sehr niedriger Organisation auf, während sie früher als anorganisehe Gebilde gedeutet wurden.

**Bakterien** (Spaltpilze) haben in früheren Zeiten schon eine ähnliche Rolle gespielt, wie heute. Man hat sie namentlich in gut erhaltenen Geweben höherer Pflanzen, in Fischschuppen, Koprolithen usw. vom Devon an nachweisen können.

**Bohrende Pilze und Algen** (17) erzeugen in kalkigen Skeletten feine, verzweigte Gänge, die auch fossil häufig sehr deutlich erhalten geblieben sind. Namentlich hat man sie in Korallen, Molluskenschalen, Fischschuppen, gefunden. Ihr Vorkommen in fossilen Hartgebilden beweist, daß diese schon bei der Bildung des einschließenden Gesteins feste kalkige Massen waren. Die im Kalk bohrenden Thallophyten gehören verschiedenen Familien der Algen und Pilze an. Da ihre Bohrgänge sich vielfach ähneln, so ist es schwer, sie im fossilen Zustande als von bestimmten Gattungen herrührend zu erkennen.

## C. **Pteridophyta** Gefäßkryptogamen.

### Schachtelhalme, Farne, Wasserfarne, Bärlappe.

Die geschlechtliche Generation der Pteridophyten (Prothallium) besitzt nur geringe Größe und kurze Lebensdauer, die ungeschlechtliche dagegen stellt meist ansehnliche, z. T. besonders bei den fossilen) baumartige Pflanzen dar mit wohl entwickelten Gefäßbündeln in Wurzel, Stamm und Blättern. Sekundäres Dickenwachstum der Gefäßbündel bei den lebenden selten, bei den fossilen häufig. Die Sporenbehälter (Sporangien) bilden sich entweder auf den Blättern (Sporophylle) oder in den Blattachseln. Die Sporen sind meist alle gleich (isospor), seltener von zweierlei Art (heterospor: größere (Makrosporen), die in Makrosporangien entstehen und weibliche Prothallien liefern und kleinere (Mikrosporen), die in Mikrosporangien gebildet werden und aus denen männliche Prothallien hervorgehen.

Mit Einschluß der fossilen unterscheiden wir drei Hauptstämme, die alle vom Silur oder Devon bis in die Jetztwelt reichen:

I. **Equisetales. Schachtelhalmartige Gewächse.** Stengel geknotet. Verzweigung und Blattstellung stets wirtelig. Blätter ungestielt, klein, pfriemlich, einnervig, seltener keilförmig und mit gabeliger Nervatur, zuweilen zu einer Scheide verwachsen. Sporangien an quirligen Sporophyllen, die einen ährenartigen Fruchtstand bilden. Sporen gleichartig oder ungleichartig.

II. **Filicales. Farnkrautartige Gewächse.** Stengel einfach oder verzweigt. Blätter gestielt, meist groß und gefiedert (Wedel), vielnervig, abwechselnd gestellt. Sporangien meist zu Häufchen — *sori* — vereinigt, auf der Unterseite der Blätter, fast immer mit gleichartigen Sporen.

III. **Lycopodiales. Bärlappartige Gewächse.** Stengel einfach oder dichotom verzweigt mit meist kleinen, einnervigen, pfriemlichen, spiral gestellten Blättern. Sporangien in den Achseln der Blätter oder auf ihnen. Fruchtstände ± ährenförmig. Sporen gleichartig oder ungleichartig.

Alle drei Abteilungen enthalten fossile Formen, welche sich von den lebenden z. T. sehr weit entfernen und nur in einem oder einigen Merkmalen mit ihnen übereinstimmen.

## I. Equisetales. Schachtelhalmartige Gewächse.

Das bezeichnende Merkmal der *Equisetales* liegt in dem gesetzmäßig quirligen Bau der ganzen Pflanze, der in der Knotung der Stengel, die in Nodien und Internodien zerfallen, sowie in der Wirtelstellung der sterilen und fertilen Blätter und der Wurzeln zu Tage tritt.

### Einteilung der Equisetales.

A. Stengel mit weiter Markhöhlung, die vom Gefäßzylinder umgeben ist. Blätter meist schmal, nicht gesetzmäßig nach der Dreizahl geordnet.
   a) Holzzylinder schwach entwickelt, ohne Sekundärzuwachs. Blätter kurz, am Grunde zu einer Scheide verwachsen. Sporangienähren nur aus fertilen Wirteln bestehend. Karbon-Gegenwart. 1. **Equisetaceae.**
   b) Holzzylinder mit starkem Sekundärzuwachs. Blätter meist länger, zuweilen gabelig geteilt, am Grunde nicht oder nur wenig scheidenartig verwachsen. Sporangienstände meist aus abwechselnd sterilen und fertilen Wirteln bestehend. Nur im Palaeozoikum. 2. **Calamariaceae.**

B. Stengel ohne Markhöhlung, mit dreiflügeligem, zentralen Holzzylinder. Blätter keilförmig, seltener zerschlitzt, nach der Dreizahl geordnet. Nur im Palaeozoikum. 3. **Sphenophyllaceae.**

### 1. Equisetaceae. Schachtelhalme (18).

Die heutigen Schachtelhalme sind krautartige, mit den weitkriechenden Rhizomen ausdauernde Gewächse, deren hohle, geriefte Triebe bis zu

12 m Höhe und 2 cm Durchmesser erreichen können (*E. giganteum* L. Mittel- und Südamerika). Der einfache oder verzweigte Stengel ist geknotet, seine Markhöhle an den Knoten (*n*) durch einen Querboden (Diaphragma) abgeschlossen. Jedes Internodium geht in einen Blattquirl über, dessen Blätter bis auf die freien Zipfel (*z*) scheidenförmig verwachsen sind (*s'*) und das nächst höhere Internodium umfassen. Sporangien (*B, sp*) stehen zu mehreren auf der Unterseite schildförmiger (*sch*), gestielter (*st*) Sporangienträger (Sporophylle), welche wirtelförmig und nicht mit sterilen Wirteln abwechselnd gestellt eine endständige Ähre (*A*) bilden.

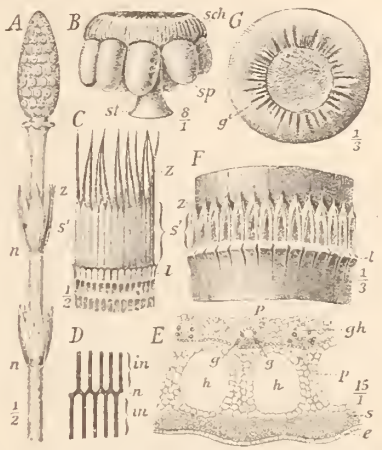



Fig. 18. *Equisetum.* *A* Stengel von *E. arvense* L. mit endständiger Fruchtähre. *B* Ein schildförmiges Fruchtblatt desselben. *C E. xylochaeton* Mett. Peru. Ein Stammknoten. *D* Schema des Gefäßbündelverlaufes von *Eq.* *E* Stück eines Stammquerschnittes von *E. Telmateja* Ehrh. *F* Internodium von *E. arenaceum* Jacq. sp. Keupersandstein. Stuttgart. *G* Diaphragma desselben. *n* Knoten; *in* Internodien; *s'* Blattscheide; *z* freie Zipfel derselben; *l* Rindenläppchen; *sch* Schild: *st* Stiel des Sporangienträgers; *sp* Sporangien (sollten seitlich abgeplattet erscheinen!); *g* Gefäßbündel; *g'* Eindrücke derselben; *gh* Gefäßbündelhöhlen; *h* Rillenhöhlen; *p* Parenchym des Marks und der Rinde; *s* Hypoderma; *e* Epidermis.

Die Markhöhle wird von Parenchym (*Ep*) umschlossen, in welchem die paarig geordneten Gefäßbündel (*g*) mit den wasserführenden Höhlungen (*gh*) liegen. Den Gefäßbündeln entsprechen auf der Oberfläche des Stengels längs verlaufende Rippen, während die Furchen der Oberfläche mit den weiten, luftführenden Rillenhöhlen der Rinde (*h*) in den gleichen Radius fallen, die abwechselnd mit den Gefäßbündeln im Rindenparenchym (*p*) liegen. An jedem Knoten (*Dn*) teilen sich die Gefäßbündel in je 2 Äste; die 2 Äste benachbarter Gefäßbündel vereinigen sich hier zu dem Gefäßbündel des anstoßenden Internodiums (*in*), so daß die Bündel (und damit auch die Rippen und Furchen der Oberfläche) in aufeinander folgenden Internodien abwechselnd stehen.

Die Schachtelhalme sind heute in über 20 Arten über alle Erdteile (außer Australien) verbreitet.

Fossile Reste (= **Equisetites**) (18 *F, G*), die in allen wesentlichen Merkmalen mit den lebenden Formen übereinstimmen, lassen sich mit Sicherheit bis zur Trias, vielleicht bis zum Karbon, zurückverfolgen. Man findet sie namentlich häufig als Sandsteinausgüsse der Markhöhlen,

welche auch oft die Blattscheiden erkennen lassen (*F*); auch isolierte Diaphragmenabdrücke kommen vor (*G*).

Die triadischen (*E. Mougeoti* Schpr. — Oberer Buntsandstein, *E. arenaceum* Jaeg. — Keuper) erreichten gewaltige Dimensionen (— 20 cm Stammdicke), die jurassischen zeigen schon eine Größenabnahme, die tertiären übertreffen die lebenden nicht mehr.

Als **Phyllotheca** Brgt. werden Reste bezeichnet, die sich von *Equisetum* durch geringe Entwicklung der Scheide und beträchtliche Länge der freien Blätter, vielleicht auch durch ihren Fruchtstand unterscheiden. Karbon — Jura.

**Schizoneura** Schpr. & Moug. (Perm und Trias) mit Blättern, die in ihrer ganzen Ausdehnung scheidenartig erwachsen sind, sich später aber unregelmäßig zerteilen.

## 2. Calamariaceae (19—21).

Von den Schachtelhalmen durch ihren baumartigen Wuchs und den stark entwickelten Holzzylinder unterschieden, finden sich die Reste dieser Gruppe in großer Häufigkeit vom Devon an bis zum Perm, wo sie verschwinden. Besonders häufig kommen Gesteinsausgüsse des weiten Markzylinders vor, welche den Verlauf der Gefäßbündel erkennen lassen. Denn diese springen wie bei *Equisetum* (18 *E*) in das vergängliche Markparenchym rippenartig vor und erzeugen als widerstandsfähigere Teile auf den Ausgüssen der Markhöhle längslaufende Furchen (19 *A*, 20 *A*), die an den Knoten (*n*) von Querfurchen gekreuzt werden. Bei der Mehrzahl der Calamarien-Stämme wechseln die Gefäßbündel in benachbarten Internodien ab (20 *C*) wie bei *Equisetum* (18 *D*) — **Calamites** (20 *C*); bei dem auf Devon und Kulm beschränkten **Archaeocalamites** entsprechen sie sich zu beiden Seiten der Knoten und bilden deshalb auf den Marksteinkernen durchlaufende Linien (19 *A*, *B*).

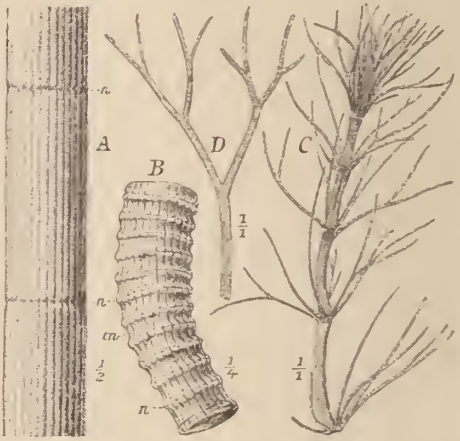



Fig. 19. *Archaeocalamites scrobiculatus* Schl. sp. Unt. Karbon. *A* Steinkern eines Stammstückes. Mähren. *B* Desgl. eines Wurzelstückes. Thüringen. *C* Beblätterter Zweig, *D* ein einzelnes Blatt. Altendorf, Mähren. *n* Knoten (Nodiallinien); *in* Internodien.

**Archaeocalamites** Stur. (= *Asterocalamites*) (19). Die Markausgüsse mit durchgehenden Furchen und Rippen finden sich zahlreich (*A*), seltener Wurzelstücke (*B*) und Blätter (*C*, *D*). Diese sind lang und mehrfach dichotom geteilt, wie sie in ähnlicher

Ausbildung bei *Sphenophyllum* (s. S. 27) vorkommen. Die noch unvollständig gekannten Fruchtstände scheinen Ähren mit lauter fertilen Wirteln wie bei *Equisetum* gebildet zu haben. Die Struktur des Stammes scheint nicht wesentlich von der der *Calamiten* abzuweichen.

Aus dem seltenen Vorkommen von Astnarben und Verzweigungsstücken darf man auf einen vorwiegend säulenförmigen Habitus dieser für das Kulm leitenden, auch im oberen Devon vorkommenden Gattung schließen.

**Calamites** Suck. (20, 21). Die in der Steinkohlenformation überaus häufigen verkohlten Stammstücke und Gesteinsausgüsse des Markzylinders zeigen verschiedene Arten der Verzweigung; die Zweignarben markieren sich auf den Nodiallinien als ± große, napfförmige Vertiefungen (*A*, *zn*), gegen welche die Gefäßbündelfurchen von oben und unten konvergieren (*B*, Mitte). Man unterscheidet als

**Stylocalamites** Weiß (20 *A*) die allgemein sparsam verzweigten Stämme wie *C. Suckowi* Brgt., *cannaeformis* Schl., *gigas* Brgt., als

**Eucalamites** Weiß (*B*) die Stämme, welche an fast allen Knoten Zweige tragen, wie *C. cruciatus* Stbg., *ramosus* Art., und als

**Calamophyllites** Gr. E. = *Calamitina* W. Stämme, welche nur an einigen Knoten, aber hier zumeist zahlreiche, dichtgedrängte Äste tragen. Internodien desselben Stammes oft von verschiedener Höhe. *C. approximatus* Brgt., *varians* Stbg., *Goepperti* Ett.

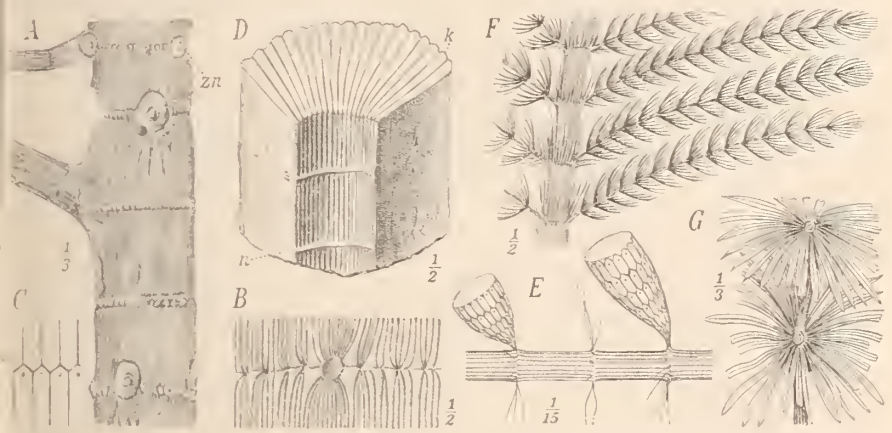



Fig. 20. *Calamites*. *A C. pauciramis* Weiß. Oberkarbon. Niedersehlesien. Stammstück mit Zweigen und Zweignarben (*zn*). Die kleineren, dicht gedrängten Narben der Knotenlinien bedeuten Blattansätze. *B C. cruciatus* Brgt. Oberkarbon. Donetzbecken. Knoten mit einer größeren Zweignarbe und mehreren Konvergenzpunkten der Furchen. *C* Schema des Leitbündelverlaufes an einem Knoten; *ic* Infranodialkanäle. *D* Ein Stück des Holzzylinders (= *Arthropithys*). Rotliegendes. Chemnitz. *Vorn* die Markhöhle mit den Knotenlinien (*n*); oben im Querschnitt, die durch Markstrahlen geschiedenen Keile des Holzzylinders (*k*) zeigend. *E* Rhizom mit Wurzeln und konisch verjüngten Stammansätzen von *C. Suckowi* Brgt. Oberkarbon. Loire-Becken. *F* Beblätterter Zweig von *Asterophyllites equisetiformis* Schl. sp. Oberkarbon. Commentry. *G* Ast mit Blättern von *Annularia stellata* Schl. sp. Oberkarbon. Zwickau.

Die Stämme entspringen in konischer Verjüngung an kriechenden Rhizomen mit wirtelig angeordneten zylindrischen Wurzeln (*E* (= *Astromyelon*).

Stammstruktur (*D*). Die weite Markhöhle wird von einem dicken Holzzylinder umschlossen, der durch zahlreiche Markstrahlen in keilförmige Platten (*k*) zerlegt erscheint. Die inneren Partien dieser Keile springen rippenartig in die Markhöhle hinein und erzeugen die Furchen auf der Oberfläche der Ausgüsse. Man unterscheidet

**Arthropithys** Goep. mit schmalen Markverbindungen (*D*).
**Calamodendron** Brgt. mit breiten Markverbindungen.

Die Blätter (*F*, *G*) sind stets einfach, einnervig, linear oder lanzettlich. Sie werden, wenn aufgerichtet und am Grunde stets unverwachsen als

**Asterophyllites** (*F*), wenn in einer Ebene ausgebreitet und dann auch häufig, bes. in der Jugend, am Grunde scheidenartig verwachsen, als

**Annularia** (*G*) bezeichnet.

Die Fruchtstände (*21*) finden sich einzeln oder in Trauben (*A*) am Ende der Zweige oder unmittelbar dem Stamme ansitzend. Sie gleichen habituell den Ähren von *Equisetum*, erreichen aber eine viel beträchtlichere

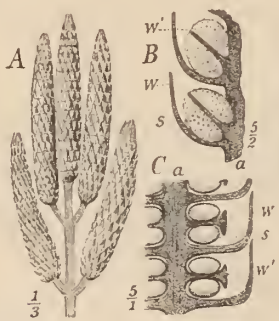



Fig. 21. Fruchtstände von *Calamiten*. *A Calamostachys typica* Schpr. Ob. Karbon. Radnitz, Böhmen. *C C. Binneyana* Schpr. Ob. Karbon. Lancashire. Ein Stück der Ähre im Längsschnitt. *B Palaeostachya elongata* Presl. sp. Ob. Karbon. Radnitz, Böhmen. *w* sterile, *w'* fertile Wirtel; *s* Sporangien.

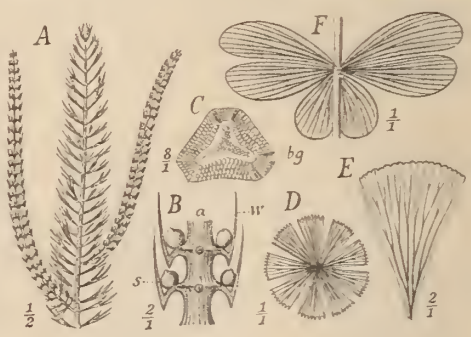



Fig. 22. *Sphenophyllum*. *A S. angustifolium* Germ. Ob. Karbon. Wettin. Beblätterter Zweig mit 2 Fruchtähren. *B* Ein Stück der Ähre. *s* Sporangien; *w* Wirtelblätter. *C* Querschnitt durch einen Stengelknoten von *S. stephanense* Ren. Ob. Karbon. St. Etienne. Die Rinde ist fortgelassen. Die Blattbündel (*bg*) zweigen von dem dreiflügeligen primären Holzstrang ab und durchsetzen das (hier 4schichtige) Sekundärholz. *D S. cuneifolium* Schl. sp. Ob. Karbon. Ein Blattwirtel von oben. *E* Nervatur von *S. Schlotheimi* Bgt. *F S. (Trizygia) speciosum* Royle. Perm (Damuda Sch.). Vorderindien.

Größe. Es wechseln in den Ähren sterile Wirtel (*w*), die aus freien oder scheidenartig verwachsenen, normalen Blättern bestehen, mit fertilen (*w'*) ab; die Sporophylle sind verkürzt. Als

**Calamostachys** Schpr. (*A*, *C*) bezeichnet man Ähren mit regelmäßig alternierenden sterilen, am Grunde scheibenartig verwachsenen (*w*) und fertilen Wirteln (*w'*); diese mit 4 Sporangien (*s*); als

**Palaeostachya** Weiß. (*B*) solche, bei denen die Sporophylle (*w'*) in den Achseln der freien sterilen Blätter (*w*) sitzen. Daneben noch kompliziertere Verwachsungen (*Huttonia*, *Cingularia*).

Die Ähren von *Calamostachys* zeigen zuweilen unten Makrosporen, oben Mikrosporen, in anderen Fällen nur einerlei Sporen.

Die geologische Verbreitung der *Calamiten* erstreckt sich über die Steinkohlenformation und das untere Perm (Rotliegendes). Die reichste Entwicklung zeigen sie im oberen Oberkarbon, welches hiernach auch als Calamarien-Stufe bezeichnet wird.

### 3. Sphenophyllaceae (22).

Schlanke, zarte, habituell den *Calamarien* ähnelnde Pflanzen der paläozoischen Zeit, die sich von den übrigen *Equisetales* durch die vorwiegend keilförmige Blattform, die dreizählige Anordnung der superponierten Blätter, den dreiflügeligen Bau des Holzzylinders, sowie das Fehlen einer Markhöhlung unterscheiden. Einzige Gattung

**Sphenophyllum** Brgt. (22). Der zarte Stengel wird von Riefen bedeckt, welche über die Knoten unverändert fortsetzen (22 *B*), wie bei *Archaeocalamites*. Verzweigung spärlich, achselständig. Sporangienähren endständig (22 *A*). Die Blätter in der Zahl 6, 9, 12 oder einem höheren Multiplum von drei, superponiert, meist breit keilförmig und am abgestutzten Rande gezähnt (*D*, *E*), von wiederholt gabeligen Nerven durchzogen, deren Enden in je einen Randzahn auslaufen (*E*); seltener tief zerschlitzt, *Archaeocalamiten*-ähnlich (*A*). Zuweilen beide Blattarten an derselben Pflanze. Als »*Trizygia*« hat man solche Formen abgeschieden, bei welchen sich die 6 Blätter zu 2 größeren und einem kleineren Paar oder umgekehrt gruppieren (*F*).

In den Sporangienähren (*Sphenophyllostachys*), welche mehrfach auch an beblätterten Zweigen gefunden sind (*A*), tragen die schmalen, in gleichartige Wirtel angeordneten Sporenblätter je 1 (*B*), 2 oder 3 sitzende oder gestielte Sporangien.

Der durch den Knoten geführte Querschnitt des Stengels (*C*) zeigt außer einem zentralen, dreiflügeligen, primären Holzzylinder, der durch Sekundärholz aus weiten Zellen verdickt wird, die Blattstränge (*bg*), welche vom Primärholz abzweigen und in 3 × 2 Stränge geteilt das Sekundärholz (und die Rinde) durchlaufen.

Das Vorkommen in vorkarbonischen Schichten ist unsicher. Im Subkarbon selten, im Karbon und Perm häufig. Es ist vermutet worden, daß *Sph.* eine Wasserpflanze mit teilweise untergetauchten Blättern gewesen sei. Nach anderen wäre es ein Schlinggewächs gewesen.

## II. Filicales. Farnkräuter und Verwandte (23—37).

Die heutigen Farne besitzen einfache, ausnahmsweise gegabelte, oft liegende (Wurzelstöcke), seltener aufrechte (bis über 20 m hohe) Stämme (23 *A*), deren oberirdische Abzweigungen, Blattäste oder Wedel, zur

Assimilation und zur Erzeugung von (mit Ausnahme der Wasserfarne) stets gleichartigen Sporen dienen. Aus der Frucht der kleinen, geschlechtlichen Generation (Prothallium) geht der ungeschlechtliche, sporenbildende Farnstock hervor. Ihre Hauptverbreitungsgebiete sind Gegenden mit feuchtem und gleichmäßigem Klima, bes. die Tropen.

Der Stamm besteht aus Grundgewebe (*Dp*, *Ep*), einem Ringe von Gefäßbündeln (*gb*) und einer parenchymatösen Rindenschicht. Die Gefäßbündel besitzen einen rundlichen oder plattenförmigen und dann oft gewundenen Querschnitt. Sekundärer Holzzuwachs kaum gelegentlich angedeutet. Die Basis des Stammes häufig von Adventivwurzeln (*B*, *aw*) umhüllt, die zuweilen ein Stück weit in der Rinde verlaufen.

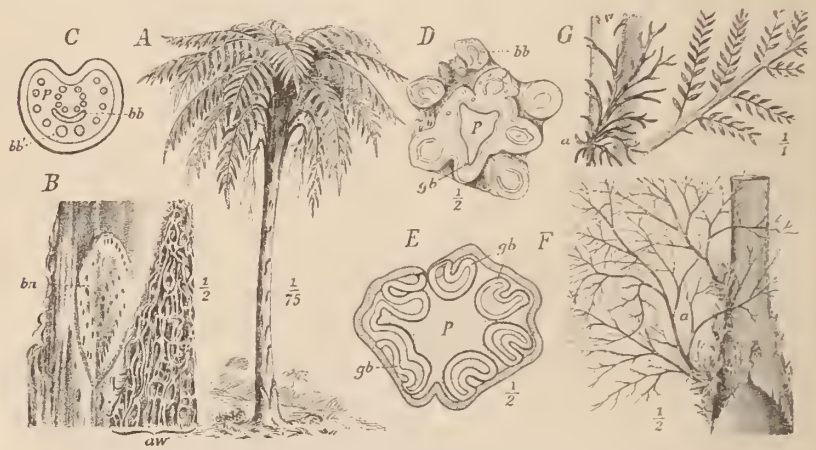



Fig. 23. *A* Habitusbild eines Baumfarn, *Hemistegia (Brainea) insignis* Hook. *B* Die mit Adventivwurzeln (*a w*) bekleidete Stammoberfläche, nach Entfernung derselben die Blattnarben (*b n*) zeigend. *C* Querschnitt eines Wedelstiels von *Marattia fraxinea*. *D* Stammquerschnitt von *Pteris Planieri*. *E* Desgl von *Alsophila*. *F* Basis des Blattstiels von *Hemitelia capensis* R. Br. mit Adventivfiedern (*a*). *G* Wedelstück von *Sphenopteris crenata* Lindl. Karbon. England. Mit Adventivfieder (*a*). *p* Grundgewebe; *g b* Gefäßbündel des Stammes, *b b* der Blattstiele; *b b'* isolierte Bündel derselben.

Die Blätter oder Wedel sind in der Jugend eingerollt; sie besitzen einen ± deutlich entwickelten Stiel, Spindel oder *rachis*, der mehrere Male fiederig geteilt sein kann (*A*, *G*), seltener gabelig gespalten ist. An der Spindel oder ihren Verzweigungen sitzen, ebenfalls meist in fiederiger Anordnung, die Blattspreiten oder Fiederchen (*G*), welche von verzweigten, oft netzartig verbundenen Gefäßbündeln (Adern) durchzogen werden. Wenn die — fast immer spiralig gestellten — Blätter sich vom Stamme abgliedern, hinterlassen sie Narben von ovaler, rhombischer oder sonstwie bezeichnender Form (*B*, *bn*). Zuweilen finden sich an der Basis des Blattstiels oder seiner Verzweigungen besonders geformte, unregelmäßig zerschlitzte, von den normalen abweichende Fiedern, die Adventivfiedern oder Aphlebien (*Fa*, *Ga*).

Die Sporangien (24) werden auf der Unterseite, selten auf der Oberseite der Blätter gebildet; sie sitzen einzeln oder zu Häufchen — *sori* (*D*) — vereinigt den Nerven auf und enthalten zahlreiche, einzellige, gleichartige Sporen (*Gs*, *Hs*). Entweder sind sie auf den normal entwickelten Fiederchen gleichmäßig verteilt, oder der Fruchtstand erhält durch Schwund der Blattflächen einen ährenartigen Habitus. Die heutigen Farne werden in erster Linie nach der Beschaffenheit der Sporangien unterschieden.

Bei den in mehrfacher Hinsicht altertümlichen *Marattiales* und bei den *Ophioglossales* (*A*) geht das mehrschichtige, ringlose Sporangium aus einer Gruppe von Epidermiszellen hervor (*A—D*) — *Eusporangiate* Farne. Bei allen übrigen sind die Sporangien dünnwandig, einschichtig, meist mit einem Ringe versehen und gehen aus einer Epidermiszelle hervor (*E—H*) — *Leptosporangiate* Farne. Bei letzteren besitzt der Ring, der aus dickwandigen Zellen besteht und durch tangentiale Schrumpfung das Aufspringen der Sporangien verursacht, verschiedene Form und Stellung. Hiernach und nach andren Merkmalen unterscheidet man folgende Familien:

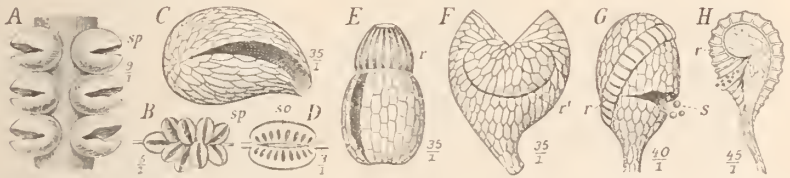



Fig. 24. Fruktifikationen lebender Farne. *A* 6 Sporangien von *Ophioglossum vulgatum* L. *B* Ein Sorus von *Angiopteris*. *C* Geöffnetes Sporangium desselben. *D* Geöffneter Sorus (Synangium) von *Marattia*. *E* Ein Sporangium von *Schizaea*. *F* Desgl. von *Osmunda*. *G* Desgl. von *Cyathea*. *H* Desgl. von *Polypodium*. *so* Sorus; *sp* Sporangium; *r* Ring; *r'* rudimentärer Ring des Sporangiums; *s* Sporen.

*Hymenophyllaceae*. Sorus am Ende einer Blattader. Sp(orangien) nicht oder kurz gestielt. Ring vollständig, wagerecht oder schief.

*Cyatheaceae*. Sorus meist auf einer Ader. Sp. sitzend oder ungestielt. Ring vollständig, etwas schief (24 *G*).

*Polypodiaceae*. Sp. kurz- oder langgestielt. Ring unvollständig, vertikal (24 *H*).

*Matoniaceae*. Sp. fast sitzend. Ring vollständig, schief (36 *D*).

*Gleicheniaceae*. Sp. fast sitzend. Ring vollständig, quer (27 *G*).

*Schizaeaceae*. Sp. meist einzeln, fast sitzend. Ring vollständig, unter dem Scheitel quer verlaufend (24 *E*).

*Osmundaceae*. Sp. fast sitzend. Ring durch eine Gruppe dickwandiger Zellen ersetzt (24 *Fr'*).

Da man von zahlreichen fossilen Farnen Sporangien überhaupt nicht kennt, von andren sie nur selten gefunden werden, so ist man für ihre Unterscheidung

mit auf die Benutzung der Blattaderung oder -nervatur angewiesen, die aber keineswegs eine Einordnung in die lebenden Familien, sondern nur eine künstliche Gruppierung gestattet. Nach dem Verlaufe der Blattadern und der Form der Fiedern kann man folgende Typen ± scharf begrenzen:

1. Archaeopterid. F(iederchen) nach dem Grunde zu verschmälert. Keine Mittelader, dagegen mehrere feine, auseinander weichende, gegabelte Adern (25, 26).
2. Sphenopterid. F. klein und schmal, am Grunde verschmälert oder linear. Aderung fiedrig, mit ± deutlicher Mittelader (27).
3. Pecopterid. F. breit ansitzend. Adern von der Mittelader unter offenem Winkel abzweigend (28—30).
4. Odontopterid. F. breit ansitzend, aber ohne Mittelader. Adern treten parallel ein und dichotomieren (31).
5. Neuropterid. F. groß, ± zungenförmig, am Grunde eingeschnürt bis herzförmig. Mittelader fehlt oder vorhanden (33).
6. Taeniopterid. Große, bandförmige, gestielte F. Adern von der Mittelader fast ⊥ abgehend (34).
7. Dictyopterid. Aderung netzförmig (35, 36).

Für eine bequeme Übersicht empfiehlt es sich, die wichtigsten fossilen Blattreste, sterile wie fertile nach diesem künstlichen System zu betrachten und bei den fertilen auf ihre natürliche Verwandtschaft hinzuweisen.

## A. *Blattreste fossiler Farne.*

### 1. Archaeopterides (25, 26).

Fiederchen im allgemeinen oval, stets am Grunde verschmälert, von ± zahlreichen Adern durchzogen, die parallel in das Blatt eintreten, sich gabelig verzweigen und auseinander strahlen. Hierher gehören vorwiegend devonische und unterkarbonische, nur wenige karbonische Formen.

**Archaeopteris** Daw. (25 *A—D*). Große, doppelt oder dreifach gefiederte Wedel. Die großen Fiedern fast gegenüberstehend, schräg aufsteigend, mit dichtgedrängten Fiederblättchen besetzt, wie sie auch der Hauptspindel selbst ansitzen (*A*). Fiederblätter (*C*) verlängert eiförmig, am Grunde stark verschmälert, etwas herablaufend, am Rande zerschlitzt. Die fertilen Fiederchen (*B*) tragen auf einer rankenartigen Achse büschelig vereinigte, gestielte, lederartige Kapseln (*D*), wohl mehrschichtige Sporangien, ähnlich denen der *Marattiaceen*. Im Devon weit verbreitet (Kanada, Bäreninsel, Belgien, Deutschland, Rußland), selten im Unterkarbon.

Verwandte Formen schon im Silur und Devon, namentlich im Kulm, z. T. auch noch im Karbon, wie **Sphenopteridium** Schpr. (26 *A*) mit gabeliger Spindel und ± tief gelappten Fiederblättchen, **Rhacopteris** Schpr. (26 *B*) mit unsymmetrischen, meist ± tief zerschlitzten Fiederblättchen, die senkrecht zur Achse stehen, **Cardiopteris** Schpr. (25 *E* mit verzweigten Wedeln und großen, gegenständigen, herzförmigen bis kreisrunden Fiederblättchen.

## 2. Sphenopterides (27).

Fiederchen am Grunde verschmälert, am Umfang ± tief, oft fiedrig gelappt oder zerschnitten. Von der ± deutlich entwickelten Mittelader zweigen sich fiedrige oder gabelige Nebenadern unter spitzem Winkel ab und enden in den Lappen oder Zähnen. Abnorme Fiederchen (Aphlebien) nicht selten (27 *Faf*). Von der vorigen Gruppe nicht scharf geschieden. Formen mit sphenopteridischer Nervatur kommen vom Silur bis zur Gegenwart vor, ihre Hauptverbreitung fällt ins Oberkarbon.

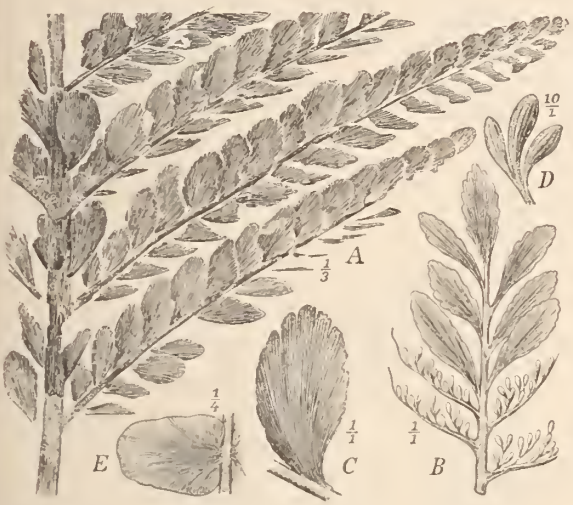



Fig. 25. *A—D Archaeopteris hibernica* Schpr. Ober Devon. Irland. *A* Wedelstück. *B* Fiederende vorletzter Ordnung, oben mit sterilen, unten mit fertilen Fiederchen. *C* Ein Fiederblatt. *D* Drei Sporangien (? Soren), vergrößert. *E* Ein Fiederblatt von *Cardiopteris frondosa* Goep. sp. Unterkarbon. Vogesen.

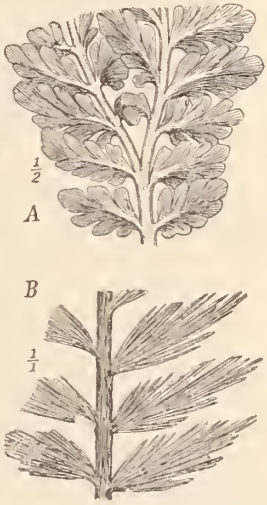



Fig. 26. *A* Dichotom geteilter Wedel von *Sphenopteridium dissectum* Goep. sp. Unterkarbon. Hommertshausen, Oberhessen. *B Rhacopteris elegans* Ett. sp. Älteres Oberkarbon. Mähren.

**Sphenopteris** Brgt. (27) wird nach der Gestaltung der Fiederchen in eine Anzahl Abteilungen (oder Gattungen) zerlegt. Einige der wichtigsten Typen sind:

a) Fiederchen letzter Ordn., oder die Lappen schmal linear oder lanzettlich, einadrig (*A*). **Rhodea** Presl. (Silur) Devon, Kulm und Oberkarbon, seltener jünger. **Palmatopteris** (*A*). Oberkarbon und jünger. *S. Schimperi* Goep., Kulm; *dissecta* Brgt., Unt. Oberkarbon: *furcata* Brgt. und *palmata* Schpr., Mittl. Oberkarbon.

b) Fiederchen im ganzen meist kreisförmig oder letzte Abschnitte meist keilförmig. In allen Formationen, besonders im Mittl. prod. Karbon. *S. elegans* Brgt., *Hoeninghausi* und *distans* Brgt., Unt. Oberkarbon; *trifoliata* Art. u. *obtusiloba* Brgt. (*D*), Mittl. Oberkarbon.

c) Fiederchen letzter Ordn. meist am Grunde miteinander verwachsen. Die letzter Ordn. meist gezähnt bis gekerbt.
**Ovopteris** Pot. *E.* Kulm-Perm, auch im Trias und Jura.
*S. Brongniarti* Stbg., *chaerophylloides* Brgt., Mittl. Oberkarbon.

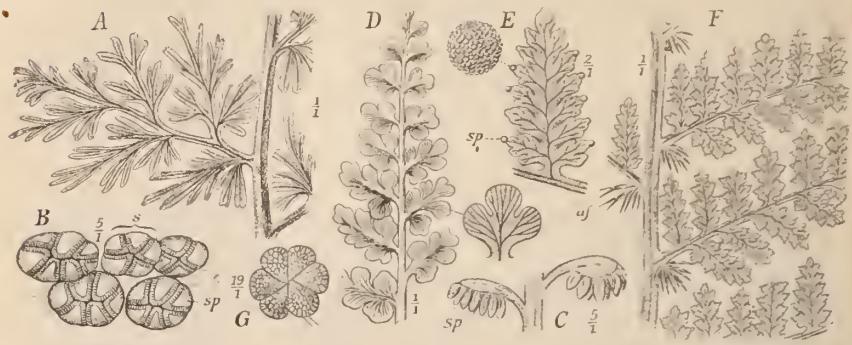



Fig. 27. *Sphenopteris*. *A S. furcata* Bgt. sp. Karbon. Neurode, Schlesien. *B S. (Corynepteris) coralloides* Gutb. Dourges, Pas-de-Calais. 5 Soren (*s*) einer fertilen Fieder letzter Ordnung. *C S. (Crossotheca) Greppini* Zeil. Karbon. Belgien. 2 fertile Fiedern letzter Ordnung. *D S. obtusiloba* Bgt. Karbon. Belgien. *E S. (Ovopteris) Karwinensis* Stur. Mittl. Oberkarbon. Schlesien. Fertile Fieder vorletzter Ordnung mit Soren (*sp*). *F* Dieselbe. Fieder drittletzter Ordnung mit abnormen (Adventiv-)Fiedern (*af*). *G S. (Oligocarpia) Brongniarti* Stur. Karbon. Lens, Pas-de-Calais. Ein Sorus aus 6 Sporangien. *sp* Sporangien.

In Verbindung mit karbonischen und permischen *Sphenopteriden* haben sich sehr verschiedenartige Fruktifikationen gefunden, teils

mit ringlosen Sporangien, wie **Crossotheca** Zeil. (*C*), bei welcher eiförmig verlängerte Sporangien von der Unterseite des spreitenlosen Fiederblättchens fransenartig herabhängen, **Calymnotheca** Stur. (38 *A*) mit spindelförmigen Sporangien, die zu mehreren am Grunde verwachsen, hängende Büschel bilden, **Discopteris** Stur. (*E*), bei welcher zahlreiche kleine Sporangien zu kreisrunden Häufchen zusammentreten; teils

mit beringten Sporangien, wie **Corynepteris** Bail. (*B*) mit einem großen kugligen, aus 5—10 Sporangien bestehenden Sorus auf dem Fiederblättchen, **Oligocarpia** Goep. (*G*) mit scheibenförmigem oder halbkugligem Sorus, der aus wenigen birnförmigen (*i*) beringten Sporangien besteht. Nur *Oligocarpia* wird wegen des vollständigen, querlaufenden Rings mit einer lebenden Familie (*Gleicheniaceae*) in Verbindung gebracht. Manche dieser Fruktifikationen treten übrigens auch in Verbindung mit andern Nervaturen auf, als mit sphenopteridischen.

Viele mesozoische und die meisten tertiären *Sphenopteriden* lassen sich nach den typisch ausgebildeten Sporangien in lebende Familien der Farnkräuter einreihen.

### 3. **Pecopterides** (28—30).

Fiederchen mit breiter Basis ansitzend, meist ganzrandig und parallelseitig, von einer Hauptader durchzogen, von welcher fiedrige Seitenadern meist unter offenem Winkel (14 *B*), selten spitzwinklig (28 *H*) abzweigen.

Vertreter der *Pecopteriden* sind in vorkarbonischen Schichten selten; im produkt. Karbon und im Perm erreichen sie ihre Hauptverbreitung, während sie im Mesozoikum seltener werden.

**Pecopteris** Brgt. (28). Die Wedel dieser ungemein häufigen Gattung sind meist typisch fiedrig gebaut. Die Fiederchen letzter Ordn. fehlen auf der Spindel, sie sind

a) frei, mit fast senkrecht zur Hauptader stehenden, wenig verzweigten (*A*, *B*) oder mit spitzwinklig gestellten und mehrfach verzweigten Nebenadern (*P. polymorpha* Brgt.),

b) an der Basis vereinigt und gelappt (*P. Pluckeneti* Brgt. — *K*) und dann habituell den *Sphenopteriden* ähnlich,

c) seitlich fast ganz verwachsen und mit sehr spitz gestellten Seitenadern versehen (*P.* [*Goniopteris*] *emarginata* Presl. — *H. unita* Brgt.).

Diese Gruppen besitzen ihre Hauptverbreitung im Oberkarbon und im Perm. Die wichtigsten Fruktifikationen, welche man in Verbindung mit ihnen gefunden hat, sind folgende:

a) mit ringlosen Sporangien. **Dactylotheca** Zeill. (*J*). Eiförmige Sporangien vereinzelt auf den Seitenadern der Fiederchen. Paläozoisch. **Asterotheca** Presl. (*E*, *F*), **Scolecopteris** Presl. (*D*) und

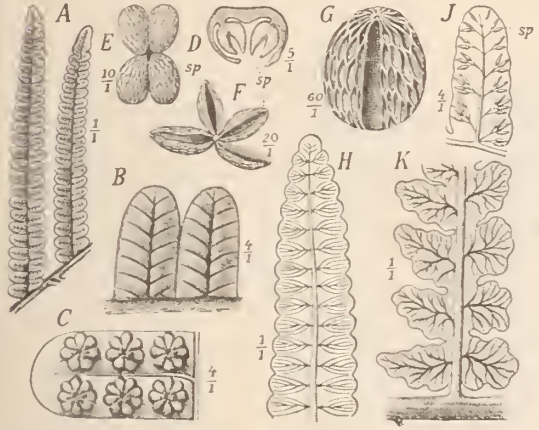



Fig. 28. *Pecopteris*. *A P. arborescens* Brgt. Oberkarbon. Zwei Fiedern vorletzter Ordnung. *B* Desgl. 2 Fiedern letzter Ordnung. *C P. (Ptychocarpus) unita* Brgt. Fertile Fieder letzter Ordnung mit 6 Soren. *D P. (Scolecopteris) elegans* Zenk. Querschnitt einer fertilen Fieder letzter Ordnung. *E P. (Asterotheca) arborescens* Brt. Ein Sorus. *F P. (Asterothcca) Miltoni* Stur. Ein aufgeklappter Sorus (= *Hawlea*). *G P. (Senftenbergia) elegans* Cord. Sporangium. *H P. (Goniopteris) emarginata* Presl. Sterile Fieder vorletzter Ordnung. Oberkarbon. *J P. (Dactylotheca) dentata* Brgt. Fertile Fieder letzter Ordnung. *K P. Pluckeneti* Schl. sp. Oberkarbon. *sp* Sporangien.

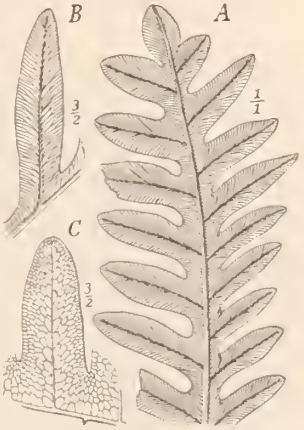



Fig. 29. *A Alethopteris lonchitica* Brgt. Karbon. Fieder vorletzter Ordnung. *B* Fieder letzter Ordnung. *C Lonchopteris rugosa* Brgt. Karbon. Fieder letzter Ordnung.

**Ptychocarpus** Weiß (*C*) zeigen aus wenigen Sporangien zusammengesetzte Häufchen, die zu beiden Seiten der Hauptader und parallel zu ihr verteilt sitzen; die Sp. sind teilweise (*D*, *E*, *F*) oder vollständig (*C*) miteinander verwachsen (wie bei den *Marattiaceen*).

Oberkarbon und Perm, *Asteroth.* auch Trias. Im Perm auch *Crossotheca* (27 *C*, S. 32).

b) mit beringten Sporangien. **Senftenbergia** Cord. (*G*). Sporangien einzeln beiderseits der Mittelader sitzend, an der Spitze mit einer ringartigen Kappe deutlich differenzierter Zellen, die an die ähnlichen Bildungen der *Schizaeaceen* (24 *E*) erinnern. Oberkarbon. Auch *Corynepteris* (27 *B*, S. 32) ist mit *Pecopteriden* zusammen gefunden.

Manche mesozoische und tertiäre *Pecopteriden* besitzen undeutliche Fruktifikationen, wie **Anomopteris** mit dachziegelartig sich deckenden Fiederchen aus dem Ob. Buntsandstein und **Lepidopteris** Schpr. aus dem Keuper. Andre, namentlich vom Jura an verbreitete Formen gehören ihren Fruktifikationen nach zu den *Polypodiaceen* und schließen sich an die lebende Gattung *Asplenium* an.

**Alethopteris** Stbg. (29 *A*, *B*) zeichnet sich durch große, dreifach gefiederte Wedel, mit stark entwickelten, lederartigen Fiederchen von zungenförmiger Gestalt aus. Diese sitzen meist schräg an der Spindel und laufen am Grunde zusammen. Zahlreiche gegabelte Seitenadern vorhanden.

Vom Devon an, bes. im Oberkarbon und Perm. *A. lonchitica* Schl. sp., und *Serli* Brgt. sp. Oberkarbon.

Als **Lonchopteris** (29 *C*) werden die netzadrigen Blattformen bezeichnet, welche hauptsächlich im Oberkarbon vorkommen.

Fig. 30. *A Callipteris conferta* Stbg. sp. Rotliegendes. Saargebiet. Oben gegabeltes Wedelstück. *B Callipteridium mirabile* Rost. sp. Oberkarbon. Saargebiet. *f'* Dreieckige Fiederchen an der Spindel. *C C. pteridium* Schl. sp. Rotliegendes. Eine Fieder letzter Ordnung.

Fig. 31. *A Odontopteris obtusa* Bgt. Rothliegendes. Saargebiet. Fieder vorletzter Ordn. Fiedern letzter Ordn. unvollkommen abgegliedert.

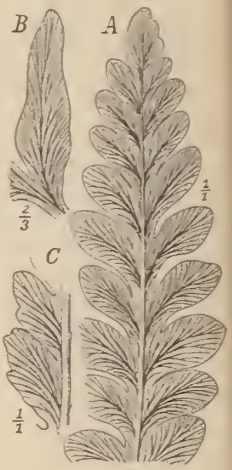



Fig. 32. *A—B Thinnfeldia rhomboidalis* Ett. Rhät. Bayreuth. *C Th. odontopteroides* Morr. sp. Obere Trias. Neu-Südwales.

**Callipteris** Brgt. (30 *A*) und **Callipteridium** Weiß (30 *B*, *C*) sind durch den Besitz von pecopteridischen Fiederchen auf der Rhachis ausgezeichnet. Diese Fiederchen laufen entweder nur mit ihrer Basis abwärts (*A*) oder

sind vereinigt (*B, C*), in beiden Fällen treten Adern von der Spindel unmittelbar in die Fieder ein.

Erstere gilt als bezeichnend für Perm (*C. conferta* Stbg. sp.), (enthält auch Formen mit gelappten Fiederchen), letztere findet sich im Oberkarbon und Perm.

Die besonders im Rhät und Jura vertretene Gattung **Thinnfeldia** Ett. (32) steht zwischen *Pecopteriden* und *Odontopteriden*, indem die breit ansitzenden und herablaufenden Fiederchen von zungenförmiger Gestalt eine nur schwach ausgebildete Mittelader aufweisen. Sporangien in kreisrunden Häufchen beiderseits der Mittelader, aber nicht genau entziffert.

## 4. Odontopterides (31).

Die karbonische und permische Gattung **Odontopteris** (31) ist durch große, mehrfach gefiederte Wedel ausgezeichnet. Fiederchen mit breiter Basis ansitzend, ohne Mittelader, dreieckig bis rhombisch oder gerundet und breit, zungenförmig (31), fast neuropteroid. Adventivfiedern fast kreisförmig (*Cyclopteris*). Fruktifikationen zweifelhaft.

Hierher auch mesozoische Formen wie *Ctenopteris* Brgt., die vielleicht den *Cycadeen* angehören.

## 5. Neuropterides (33).

Fiederchen meist zungenförmig, am Grunde eingeschnürt oder herzförmig. Mittelader ± deutlich, Nebenadern mehrfach gegabelt. Adventivfiedern groß, kreisförmig (*Cyclopteris*). Paläozoisch und Altmesozoisch.

Fig. 33. *A Neuropteris heterophylla* Brgt. Karbon. Saarbrücken. *B* Eine Fieder letzter Ordnung. *C Neuropteridium validum* Fstm. Perm (Karharbari-Schichten). Indien. *E N. grandifolium* Schpr. Ob. Buntsandstein. Unt.-Elsaß. Eine Fieder letzter Ordnung. *D Linopteris Brongniarti* Gutb. Karbon. Saarbrücken. Eine Fieder erster Ordnung.

**Neuropteris** Brgt. (33 *A, B*). Große, meist dreifach gefiederte Wedel mit kreisförmigen Adventivfiedern an der Spindel. Fiederchen mit deutlicher, nicht nach abwärts herablaufender Hauptader.

Devon—Perm, hauptsächlich im Oberkarbon. Manche mesozoische Formen gehören zu den *Osmundaceen*. Die Blätter mit Netzaderung werden als **Linopteris** (*D*) Presl. unterschieden.

**Neuropteridium** Schpr. (*C, E*) in permisch-triadischen Schichten der Südhemisphäre (und im Buntsandstein) verbreitet, unterscheidet sich durch

schief ansitzende Fiederchen mit nach unten abbiegender Mittelader. Wedel einfach gefiedert.

### 6. Taeniopterides (34).

Große, bandförmige Blätter von neuropteridischer Nervatur, z. T. ganze Wedel darstellend. Seitenadern oft senkrecht zur Hauptader. Vom Karbon—Gegenwart.

**Taeniopteris** Bgt. (34 *A—D*) begreift oft deutlich gestielte Blätter mit senkrecht zur Mittelader stehenden Seitenadern.

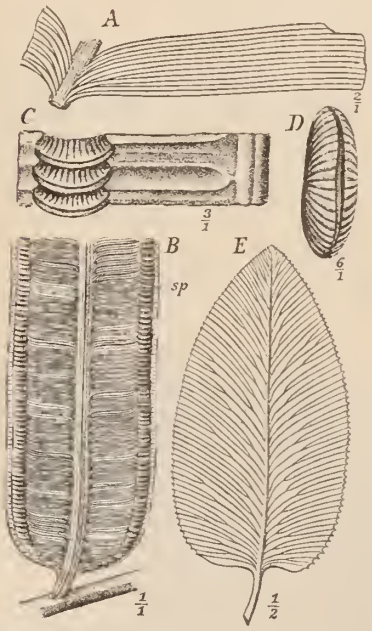



Fig. 34. *A Taeniopteris multinervis* Weiß. Unt. Rotliegendes. Trienbach, Vogesen. *B Marattia Muensteri* Brn. sp. Rhät. Bayreuth. Eine fertile Fieder. *C* Ein Stück derselben vergr. *D* Ein Sorus. *E Macrotaeniopteris ovata* Schpr. Lias (Rajmahal-Sch.). Indien. *sp* Sporangien.

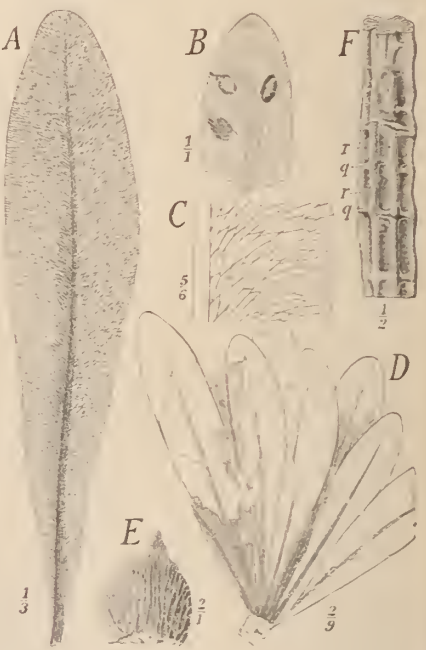



Fig. 35. *A—E Glossopteris*. *A G. Browniana* Bgt. Perm. Neu-Südwales. Ein einzelnes Blatt. *B G. angustifolia* Brgt. Perm. Johannesburg, Transvaal. Eine Blattspitze mit ?Soren. *C, E G. Browniana* Brgt. Ebendaher. *C* Blattnervatur. *E* Ein junges Blatt. *D G. communis* Schpr. Perm. Rewah, Indien. Wurzelstock mit ansitzenden Blättern. *F* Rhizom von *Glossopteris* (= *Vertebraria*). Ebendaher. *r* Radiale, *q* quere Rippen.

Bis zur oberen Trias kennt man nur sterile (*A*), von hier an auch fertile Blätter (*B—D*), die am Ende der Seitennerven ovale Fruchthäufchen (*C*) mit verwachsenen, durch einen Längsriß sich öffnenden Sporangien (*D*) besitzen, wie bei der lebenden Gattung *Marattia*. Andre von der Trias an verbreitete Gattungen schließen sich an die *Marattiaceen*-Gattung *Danaea* an.

Die sehr großen, sterilen Blätter des Mesozoikums werden als *Macrotaeniopteris* Schpr. (34 *E*) bezeichnet.

## 7. **Dictyopterides** (35, 36).

Unter dieser Bezeichnung werden Blätter mit netzförmiger Nervatur zusammengefaßt, soweit sie sich nicht an einfach nervierte Formen unmittelbar anschließen. Die Gruppe umfaßt sehr verschiedenartige Elemente, so eine große Menge fertiler, jung mesozoischer und tertiärer Formen aus der Verwandtschaft lebender Farne, daneben einige sterile permische und altmesozoische Typen von besonderem Gepräge, wie

**Glossopteris** Brgt. (35). Einfache, spatel- oder zungenförmige, am Grunde verschmälerte Blätter (*A*), die unmittelbar dem Rhizom ansitzen (*D*). Die von der Mittelader spitzwinklig abzweigenden Seitenadern verschmelzen zu einem Netze verlängerter Maschen (*C*). Fruktifikation fraglich (*B*).

Die Rhizome — **Vertebraria** (*F*) — sind längsgefaltet (*r*) und mit Querrippen (den Ansatzstellen der Blätter — *q*) versehen; sie sind mit schuppenartigen Blättern (*E*) besetzt.

Im Perm und Trias der südlichen Halbkugel außerordentlich häufig und verbreitet — »Glossopteris-Flora«, aber auch im Perm von Toskana und Nordrußland gefunden.

Die verwandte Gattung **Gangamopteris** M. Coy, durch das Fehlen einer Mittelader ausgezeichnet, scheint auf das Perm der südlichen Halbkugel und Nordrußlands beschränkt zu sein.

Von fertilen Resten mögen die zu der Familie der *Matoniaceen* gehörigen Gattungen

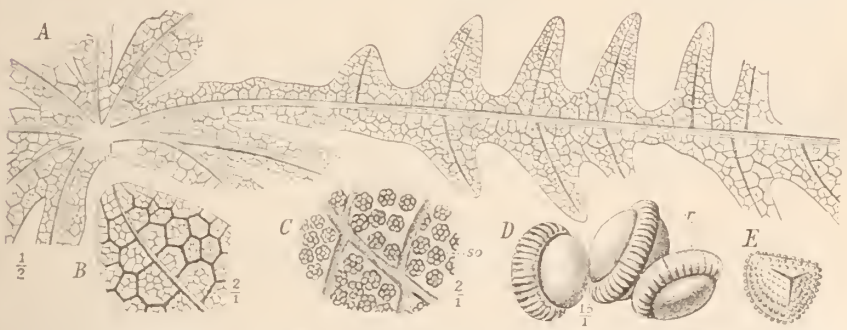



Fig. 36. *A Dictyophyllum Nilsoni* Nath. Rhät. Schonen. Ein 9teiliger Wedel. *B D. obtusilobum* Schnk. Rhät. Bayreuth. Fiederspitze. *C Clathropteris Muensteri* Presl. sp. Ebendaher. Fertiles Blattstück. *so* Sori. *D* Drei Sporangien mit Ring (*r*). *E* Eine Spore.

**Dictyophyllum** (36 *A*, *B*) und **Clathropteris** Brgt. (*C*—*E*) erwähnt werden. Ihre Blätter sind gestielt und fächerförmig geteilt (*A*), die Adern des Maschennetzes in verschiedene Stärken differenziert (*B*). Die Sporangien mit geschlossenem, etwas schief verlaufendem Ring (*D*) zu runden Häufchen gruppiert (*C*). Im Rhät und Lias besonders häufig, auch höher im Jura gefunden.

## B. *Stammreste fossiler Farne* (37).

Vom Devon an kennt man Reste von Farnstämmen. Diese schließen sich z. T. in ihren äußeren und strukturellen Merkmalen an die lebenden Farne an, z. T. lassen sie ± erhebliche Abweichungen erkennen. Abgesehen von der oft sehr beträchtlichen Größe der karbonischen und permischen Stämme (— 20 m hoch) stehen ihre Blattnarben statt spiralig zuweilen in deutlichen Längsreihen, wie bei

**Caulopteris** L. & H. (*A*) mit großen, verlängerten Blattnarben, die ein äußeres offenes oder geschlossenes (*g'*) und ein inneres quergestelltes Gefäßbündel (*g*) zeigen. Bei

**Megaphyton** Art. (*B*, *C*) sind die verquerten bis kreisförmigen Blattnarben (*B*) zweireihig und streng gegenständig angeordnet (*C*), wie es bei jüngeren Farnen nicht mehr auftritt. Auch staudenartige Formen (**Aulacopteris**, *D*) waren nicht selten.

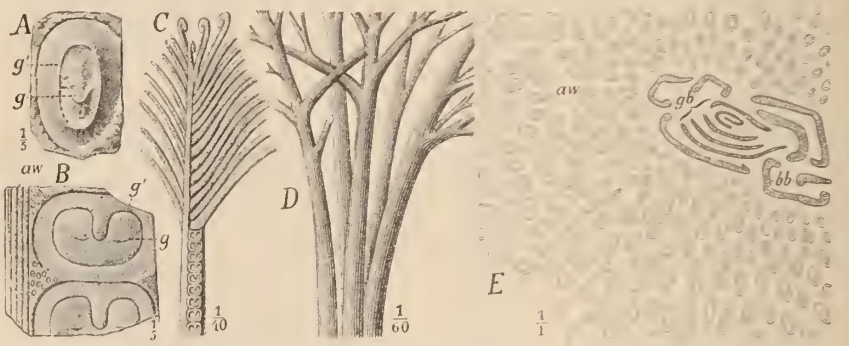



Fig. 37. Fossile Farnstämme. *A Caulopteris peltigera* Brgt. Oberkarbon. Loire-Becken. Eine Blattnarbe. *B, C Megaphyton.* Ebendaher. *B* Zwei Blattnarben. *g* Innere, *g'* äußere Gefäßbündelspur. *C* Rekonstruierte Stammspitze mit zweizeilig gestellten Blättern und Blattnarben. *D Aulacopteris.* Ebendaher. Unregelmäßig verzweigte Stämme. *E Psaronius Gutbieri* Cord. Unt. Perm. Chemnitz i. S. Querschnitt. Die zweireihige Anordnung der Gefäßbündel durch Verdrückung etwas gestört. *aw* Adventivwurzeln; *gb* Gefäßbündelplatten des Stammes, *bb* der Blätter.

Verkieselte Stämme, welche im Oberkarbon und namentlich im Rotliegenden mit ausgezeichnet erhaltener Struktur vorkommen,

**Psaronius** Cotta (*E*), zeigen im Querschnitt die plattigen Gefäßbündel des Stammes (*gb*) umgeben von den Blattbündeln (*bb*). Die Anordnung der Blätter ist zweizeilig wie bei *Megaphyton*, oder vierzeilig oder unregelmäßig konzentrisch, wie bei *Caulopteris*. Zahlreiche Adventivwurzeln (*aw*) durchziehen die Rinde und hüllen den Stamm ein. Manche dieser Stämme haben sehr wahrscheinlich *Pecopteris*-Wedel mit *Asterotheca*- und *Scolecopteris*-Fruktifikationen (S. 33) getragen. Da nun auch die Struktur der *Psaronien* die größte Übereinstimmung mit *Marattiaceen* aufweist, so muß dieser Typus früher viel stärker und mannigfaltiger entwickelt gewesen sein als heute.

## Rückblick auf die Farne.

Die fossilen Farne, namentlich die der paläozoischen, z. T. auch altmesozoischen Formationen zeichnen sich in mehrfacher Beziehung vor den jüngeren und jetzigen aus. Als wichtigste Unterschiede sind folgende hervorzuheben:

Die Farne waren in den älteren Perioden mannigfaltiger und mehr baum- und staudenartig entwickelt und dominierten in der Vegetation weit mehr als heute. Die oft mächtig ausgebildeten Wedel waren vielfach in Längsreihen am Stamm geordnet und z. T. streng zweizeilig, nicht spiral. Eine gabelige Teilung der Wedel kam häufig vor, ebenso die verschiedenartigsten Übergänge zu fiedriger Anordnung. Fiedern ohne Mittelader sind im mittleren Paläozoikum sehr häufig, später selten. Netzadrige Fiedern treten bis zum Perm nur ganz spärlich auf, während sie heute überaus zahlreich sind.

Die Fruktifikationen der paläozoischen Zeit gehören überwiegend dem jetzt sehr sparsam vertretenen eusporangiaten Typus (*Marattiaceen*) an. Dabei herrschen Formen mit freien oder unvollkommen verwachsenen Sporangien vor. Beringte Sporangien finden sich relativ selten und viele zeigen noch nicht typisch die Ausbildung wie bei den jüngeren Familien. Von einem erheblichen Teile der paläozoischen und mesozoischen Farne, z. B. von *Alethopteris* und *Neuropteris*, kennt man überhaupt die Fruktifikationen nicht. Es bleibt demnach zweifelhaft, ob bei ihnen nicht eine farnartige Beblätterung mit einer andren Art der Fortpflanzungsorgane verknüpft war.

Für manche paläozoische Farne ist schon jetzt mit Sicherheit nachgewiesen, daß ihre Stämme und Blattstiele nicht die normale Farnstruktur besessen, sondern sich z. T. sehr erheblich davon entfernt haben. Wegen der vielfachen Anklänge, die solche Strukturen an die der *Cycadeen* aufweisen, faßt man die unter sich z. T. sehr abweichenden Reste als

### Cycadofilices

zusammen. Am vollständigsten bekannt ist die im Oberkarbon gefundene Gattung

**Lyginopteris** Pot. (= *Lyginodendron* Will.) (38). Schlanke, bis 4 cm starke, zuweilen verzweigte, wahrscheinlich angelehnte Stämme mit reichlichen Luftwurzeln (*A*). Die zugehörigen sterilen Wedel sind groß, drei- oder mehrfach verzweigt und stimmen mit dem Typus *Sphenopteris Hoeninghausi* u. Verw. (S. 31) überein, während die fertilen wahrscheinlich zu *Calymmotheca* (S. 32) gehören.

Auch die Struktur der Blattstiele ist typisch farnartig: es ist ein konzentrisches V-förmiges Gefäßbündel vorhanden (*Cp*). Die Stämme

dagegen erinnern in ihrem Bau weit mehr an *Gymnospermen* spez. an *Cycadeen* (*B*).

Die weite Markhöhlung (*m*) wird nicht wie bei den Farnen von einem konzentrischen, sondern von einem kollateral gebauten Holzzylinder umgeben, der aus einer geringen Zahl primärer Holzbündel (*p*) besteht, an diese schließt sich nach außen eine breite Zone Sekundärholz (*s*) an, das von breiten Markstrahlen durchzogen ist. Die Blattbündel ($b_1$—$b_5$) verlieren bald nach ihrer Abzweigung vom Stamm das Sekundärholz, bleiben aber noch eine Strecke weit kollateral, wie bei den *Cycadeen*, ehe sie die konzentrische Farnstruktur (*C*) annehmen — **Rhachiopteris**. Die (Luft-) Wurzeln ähneln in ihrem Bau den gleichen Gebilden bei *Marattiaceen* und *Psaronius* (S. 38), besitzen aber ebenfalls Sekundärholz nach Art der *Gymnospermen*.

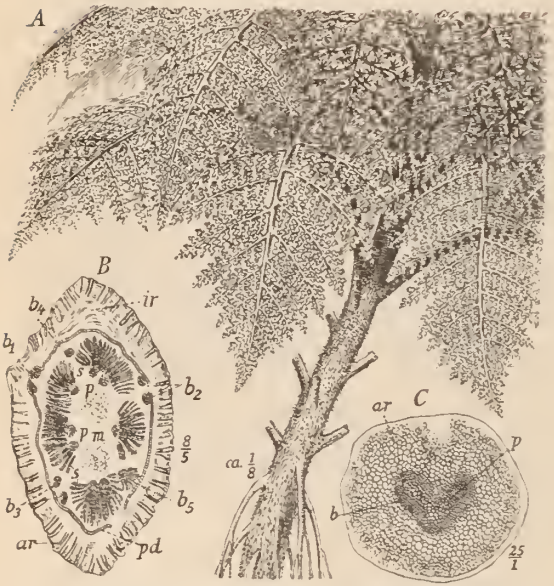



Fig. 38. *Lyginopteris Oldhami* Will. Oberkarbon. England. *A* Rekonstruktion der Pflanze. Die Figur zeigt Luftwurzeln, mehrere sterile Wedel *(Sphenopteris)*, oben zwei fertile *(Calymnotheca)*. *B* Stammquerschnitt. *m* Mark; *p* primäre Holzstränge (8); *s* Sekundärholz, von breiten Markstrahlen durchzogen; *pd* Periderm, die äußere Grenze des Zentralzylinders bezeichnend; *ir* innere, *ar* äußere Rinde mit radialen Sklerenchymbändern; $b_1$—$b_5$ Blattbündel, $b_1$ des ältesten Blattes. *C* Querschnitt des Blattstiels *(Rhachiopteris)*. *p* Primärer Holzstrang von V-förmiger Gestalt, umgeben von einem Bastring (*b*); *ar* Außenrinde.

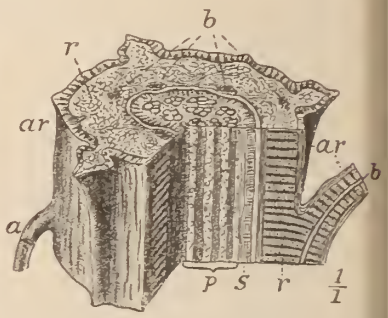



Fig. 39. Stammstruktur von *Heterangium* (halb schematisch). *p* Primärer Holzzylinder (marklos); *s* Sekundärholz; *r* Rinde mit horizontalen Verstärkungsbändern; *ar* Außenrinde; *b* Blattbündel; *a* Adventivwurzel.

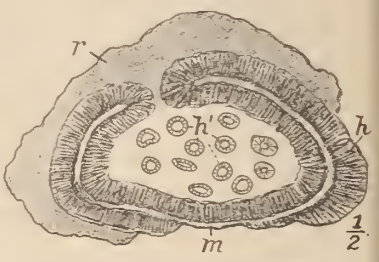



Fig. 40. *Medullosa stellata* Cotta. Rotliegendes. Chemnitz. Querschnitt des Stammes. Im weiß gelassenen Mark mehrere ringförmige Holzkörper oder »Sternringe« (*h'*). Darum ein großer zusammengedrückter Holzkörper oder »Plattenring« (*h*) mit Sekundärholz, außen mit Bast, innen mit schmaler bandförmiger »Markhöhle« (*m*) (?Primärbündel); *r* Rinde.

**Heterangium** Corda (39). Stämme, die wahrscheinlich Wedel vom Typus *Sphenopteris elegans* (S. 31) trugen, vom Unterkarbon—Perm

gefunden, zeichnen sich vor *Lyginopteris* durch den zentralen, marklosen primären Holzzylinder (*p*) aus.

Dieser wird zunächst von einer wenig mächtigen Zone sekundären Holzes (*s*) umgeben. Die Blattbündel (*bb*) sind beim Austritt aus dem Holzzylinder auch kollateral, werden aber rasch konzentrisch. Der *Gymnospermen*-Charakter ist also etwas weniger ausgesprochen, als bei *Lyginopteris*.

**Medullosa** Cotta (40). Stammreste, welche im zentralen Markrohr ± zahlreiche, zylindrische Holzkörper (»Sternringe« — *h'*) und diese konzentrisch umfassende plattenförmige, gewundene, zuweilen sogar ringförmig zusammenschließende (»Plattenringe« — *h*) besitzen. Mit dieser farnartigen (polystelischen) Anordnung des Gefäßsystems kombiniert sich aber ein Sekundärzuwachs des Holzes nach innen und außen, wie er ähnlich nur bei *Gymnospermen* bes. bei *Cycadeen* beobachtet wird.

Die zu den Stämmen gehörigen Blattstiele (**Myeloxylon**) zeichnen sich durch kollaterale Gefäßbündel nach Art der *Cycadeen* aus, haben aber Wedel vom Typus *Alethopteris*, *Neuropteris*, *Odontopteris* und *Callipteris* getragen. Solche Reste finden sich im Oberkarbon bes. aber im Perm (Rotliegendes).

## III. Lycopodiales. Bärlappartige Gewächse.

In der heutigen wie in den jüngeren Floren ist diese Gruppe nur durch die unscheinbaren Bärlappe, Selaginellen und Verw. vertreten, während zur paläozoischen Zeit baumförmige Gestalten vorherrschten, die man als

**Lepidophyta** (41—44)

bezeichnet. Ihnen kommen die meisten Organisationsmerkmale der *Lycopodiales* zu. Gabelig verzweigte Stengelorgane mit dicht gedrängten, pfriemen- oder schuppenförmigen, einnervigen Blättern in spiraler Stellung besetzt; große Sporangien, die einzeln in den Achseln der Blätter oder auf ihnen sitzen. Dazu gesellen sich fremdartige Merkmale, wie das sekundäre Dickenwachstum des Holzzylinders, die Bekleidung des Stammes mit großen Blattpolstern und -narben und eine besondere Art der Ausgestaltung der Wurzelorgane.

Die heutigen *Lycopodiales* zerfallen in zwei Abteilungen:

a) Isospore Pflanzen ohne häutige »Nebenblätter« (ligula) auf der Oberseite der normalen Blätter
**Lycopodiaceae** (Bärlappe) und **Psilotaceae.**

b) Heterospore Pflanzen mit »Nebenblättern«.
**Selaginellaceae** und **Isoëtaceae.**

Die *Lepidophyten* schließen sich, soweit die Sporenbildung und das Vorhandensein der ligula in Betracht kommt, der zweiten Gruppe an, nehmen aber auch dieser gegenüber eine durchaus selbständige Stellung ein.

Es gibt zwei einander nahestehende Gruppen der *Lepidophyta*

1. **Lepidodendraceae.** Reichlich verzweigte Bäume mit erhabenen, rhombischen, scharf abgegrenzten, den Stamm dicht bekleidenden Blattpolstern und querrhombischen Blattnarben (41).
2. **Sigillariaceae.** Spärlich oder gar nicht verzweigt. Blattpolster oft wenig scharf begrenzt, meist in Längsreihen geordnet und meist von 6seitigem Umriß. Blattnarben 6seitig oder querrhombisch, oft gerundet (43).

### 1. Lepidodendraceae (Bärlappbäume — 41, 42).

**Lepidodendron** (41 *A—M*). Große Bäume mit reichlicher, gabeliger Verzweigung der oberirdischen und unterirdischen Stengelorgane. Die Zweigenden mit dichtgedrängten, ± langen, linearen oder lanzettlichen Blättern besetzt, die nach Art der meisten Nadelhölzer lange haften bleiben (*G*). Beim Abfallen hinterlassen sie auf dem Stamme große Blattpolster von verlängert oder verquert rhombischer Gestalt und zumeist lückenloser schraubiger Anordnung (*A*, *B*).

Die Blattpolster (*C*) sind vorgewölbt, ihre seitlichen Ecken ± gerundet; oberhalb der Mitte tritt die Abgliederungsfläche des Blattes (»Blattnarbe« — *n*) als querrhombische Fläche hervor. Diese trennt ein durch eine Kante (*m*) geteiltes unteres Wangenpaar (*w*) von einem oberen (*w'*). Die Blattnarbe zeigt 1 + 2 Närbchen: ein mittleres (*bb*), die Blattbündelspur und die seitlichen (*s*) — »parichnos« — (parenchymatöse Stränge). Oberhalb der Blattnarbe befindet sich die Ligulargrube (*l*). Eine dreieckige Vorwölbung (*x*) begrenzt das obere Ende des Polsters. Die 2 symmetrisch zur Mittelkante (*m*) unterhalb der Blattnarbe auftretenden großen Male (*o*) werden als Atmungs- oder als Sekretionsöffnungen gedeutet.

Die meisten Details der Blattpolsteroberfläche sind an solchen Stücken, welche Ausgüsse (Steinkerne) der verschiedenen Lagen der Rinde darstellen, verloren gegangen. Man sieht dann nur noch die Blattspur (*bb*), entweder mehr im obern Teile der rhombischen Polsterfläche — **Bergeria** (*E*) oder tiefer unten — **Aspidiaria** (*D*). Als **Knorria** (*F*) bezeichnet man Steinkerne mit nach oben gerichteten gerundeten Wülsten, an deren kegelförmig gerundetem Ende sich die Blattspur (*bb*) als weite Vertiefung abhebt.

Bei **Lepidophloios** Stbg. (*N*, *O*) liegen die querrhombischen Blattpolster, sich nach abwärts deckend, schuppenartig übereinander, so daß nur das obere Wangenpaar (*w'*) deutlich, das untere (*w*) nur als schmaler Saum sichtbar wird.

Die Fruktifikationen werden nicht selten am Ende der letzten Verzweigungen in der Form ± großer Zapfen angetroffen (*Az*, *H*) — **Lepidostrobus**; sie saßen aber auch dem Stamme unmittelbar an und haben dann auffallende Narben erzeugt, die bei *Lepidodendron* als große, schüsselförmige Vertiefungen in 2 gegenüberstehenden Reihen verteilt sind — **Ulodendron**, während sie bei *Lepidophloios* als hervorragende, an der Spitze eingesenkte Wülste in unregelmäßiger Verteilung auftreten — **Halonia** (*N*).

Die ährenförmigen Fruchtstände, gelegentlich isoliert und verkieselt gefunden (*H*), lassen zahlreiche, meist spiral gestellte Sporenblätter (*J*, *K*) erkennen,

die sich von den sterilen Blättern durch beträchtliche Länge und Breite sowie fast horizontale Stellung des unteren, das einzige große Sporangium tragenden Teils (*sb'*) unterscheiden. Die bis 2 cm großen Sporangien (*H sp*, *K sp*) enthalten zahllose Sporen, entweder als Makrosporen (*L*) oder als zu 4 gruppierte Mikrosporen (*M*). Die *Lepidodendren* waren also zweifellos

Fig. 41. *A—M Lepidodendron.* *A* Restauration der Pflanze in ca. $^1/_{50}$. *B* Stammoberfläche von *L. obovatum* Stbg., die Stellung und Form der Blattpolster zeigend. *C* Ein einzelnes Blattpolster, schematisch. *D* Stammoberfläche von *L. dichotomum* im »*Aspidiaria*«-Zustand. *E* Desgl. von *L. diplostegoides* Lesq. im »*Bergeria*«-Zustand. *F* Steinkernoberfläche des Stammes »*Knorria*«. *G* Beblätterter Zweig von *L. Veltheimii* Stbg. *H* Fruchtzapfen von *Lepidodendron* (= *Lepidostrobus*), links bis zur Mitte durchgeschnitten, unten von den Sporenblättern befreit. *J* Ein einzelnes Sporenblatt. *K* Ein Stück des Fruchtzapfenlängsschnitts. *L* Eine Makrospore. *M* 4 Mikrosporen. *N, O Lepidophloios.* *N* Stammoberfläche mit »*Halonia*«-Wulst. *O* Ein Blattpolster, vergrößert.

Blattpolster (*C—F, O*): *n* Blattnarbe; *w* unteres, *w'* oberes Wangenpaar; *bb* Blattbündelnarbe; *s* Seitennarben; *l* Ligulargrube; *o* ? Transpirationsöffnungen; *m* Mittelkante des untern Wangenpaares; *x* dreieckige Grube.

Fruchtzapfen (*A, J—M*): *z* Zapfen; *a* Achse; *sb'* Sporangien tragender Teil, *sb* Blattspreite der Sporenblätter; *sp* Sporangien.

heterospor. Man hat aber auch Makrosporangien gefunden, die ein Integument besitzen, und in denen sich eine Makrospore von vieren ungewöhnlich stark ausgebildet hatte; die offenbar befruchtete Makrospore gleicht daher dem Samen einer Blütenpflanze, auch dadurch, daß sie sich mit dem Sporenblatt ablöste. Es haben demnach die *Lepidodendren* z. T. die Grenzen der Sporenpflanzen gegen die Samenpflanzen überschritten.

Stammstruktur (42). Die Stämme besitzen meist einen zentralen, geschlossenen Holzzylinder (*Ap*, *Bh*), in dessen Mitte nur gelegentlich eine »Markhöhle« sichtbar wird (*Am*). Zuweilen fehlt Sekundärholz ganz oder doch an jungen Stämmen (*B*). Meist aber wird ein Ring von Sekundärholz gebildet (*As*). Die Rinde ist sehr mächtig; ihre innere Lage (*B ir*) leicht vergänglich (*Ax*), ihre äußere (*B ar*) widerstandsfähig, vom Periderm (*pd*) und den Blattpolstern (*bp*) umgeben.

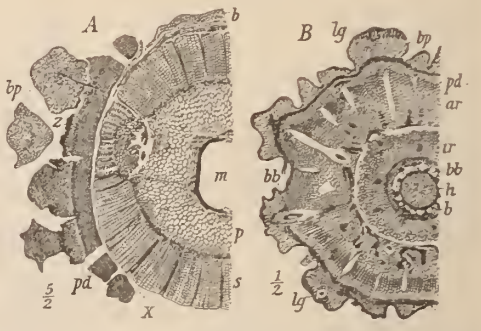



Fig. 42. Stammquerschnitte von *Lepidodendron*. *A L. brevifolium*. *m* Mark; *p* Zone von Primärholz, *s* von Sekundärholz (an der Grenze beider eine Astabzweigung); *x* Zone der innern Rinde, die hier verschwunden ist; *pd* Außenrinde (Periderm); *bp* Blattbasen. Zwischen *x* und *pd* liegt die äußere Rinde. *B L. selaginoides* Stbg. Junger Stamm vor Bildung von Sekundärholz. *h* Primärer Holzzylinder; *b* Bastzone mit Blattspuren (*bb*); *ir* innere Rinde; *ar* Außenrinde; *pd* Periderm; *bp* Blattbasen mit *ligula* (*lg*).

Über die Wurzeln vergleiche Stigmaria (S. 46).

*Lepidodendron* erscheint im Devon, wird im Kulm sehr häufig (*L. Veltheimii* Stbg. [= *Knorria longifolia* Goep.] und *Volkmanni* Stbg., die auch in das untere Oberkarbon hinaufreichen) ebenso im Unt. u. Mittl. Oberkarbon reichlich vorhanden, reicht vereinzelt noch bis ins Perm. Jünger nicht bekannt.

**Bothrodendron** L. & H. Im Silur und Devon finden sich Reste, die nach Verzweigung und Beblätterung den *Lepidodendren* nahe stehen, an jugendlichen Zweigen auch typische *Lepidodendron*-Blattpolster besitzen; bei späterem Wachstum verschwinden die Polstergrenzen und man sieht dann sehr kleine Blattnarben (mit 3 Närbchen und Ligulargrube) in weiten Abständen auf der Stammoberfläche verteilt. Wahrscheinlich sind hierher auch Reste mit kreisrunden Narben (und einem Närbchen) zu stellen, die ebenfalls auf Silur und Devon beschränkt, als **Cyclostigma** Hght. bekannt sind. Beide kommen häufig im Erhaltungszustande von *Knorria* vor.

## 2. **Sigillariaceae** (Siegelbäume — 43).

**Sigillaria** Brgt. (43). Im Gegensatze zu den *Lepidodendren* sind die *S.* nur spärlich und wenig offen verzweigt; der Stamm konnte eine Höhe bis zu 30 m und am Grunde einen Durchmesser von 1 m erreichen. Stamm und Äste waren mit sehr langen, aber leicht abfallenden Blättern ± dicht besetzt, welche meist in deutlichen Längsreihen stehen (*A*).

Die Blattnarben erheben sich zuweilen auf deutlich umgrenzten Blattpolstern (*Da*), die als 6seitige Felder durch Zickzackfurchen getrennt werden — **Favularia**-Skulptur. Häufig sind nur noch die Längsfurchen tief und

deutlich, während die Querfurchen unvollkommen entwickelt sind (*E*) — **Tesselata**-Sk. Verschmelzen die Blattpolster einer Reihe ganz miteinander, so spricht man von **Rhytidolepis**-Sk. (*A*). Diese Gruppen sind aber keineswegs voneinander geschieden, da an dem gleichen Stamm zweierlei Skulpturen vorhanden sein können. Die gerippten *S.* faßt man zusammen als **Eu-Sigillariae.**

Bei den ungerippten *S.* stehen die Blattnarben bald auf ± deutlich rhombischen Polstern — **Clathraria**-Skulptur (*C*), bald fehlen Grenzen zwischen den Polstern gänzlich — **Leiodermaria**-Sk. (*B, F*). Auch diese Skulpturen kommen in wechselnden Zonen an dem gleichen Stamm vor. — **Sub-Sigillariae.**

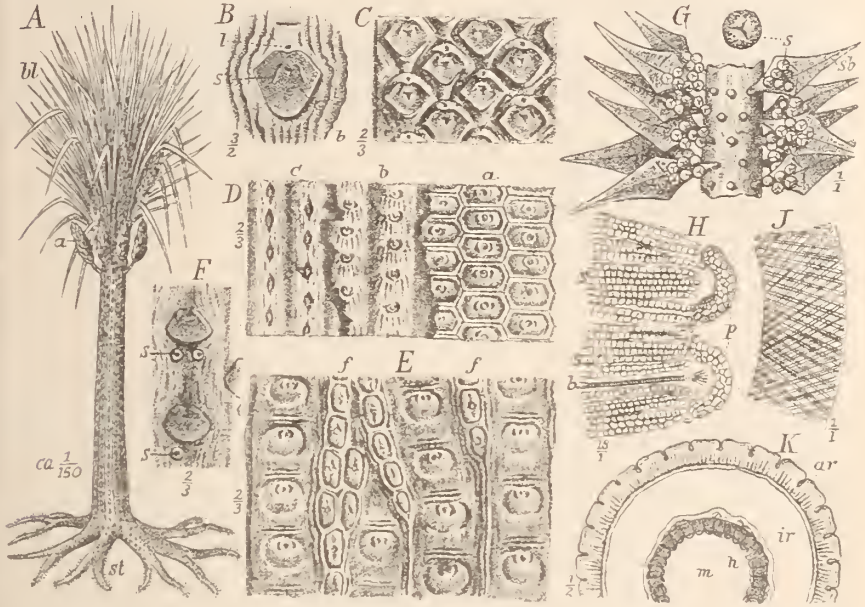



Fig. 13. *Sigillaria.* *A* Restaurierte Pflanze aus der Gruppe der *Eusigillarien* mit Blättern (*bl*), Fruchtähre (*a*) und Wurzel (*Stigmaria* — *st*). *B* Eine Blattnarbe von *Sig. Brardi* Brgt. *b* Blattspur; *s* Seitennarben; *l* Ligulargrube. *C* Blattpolster von *Sig. reniformis* Brgt. *D* *Sig. tesselata* Brgt. Stammoberfläche in dreifacher Erhaltung: *a* mit erhaltener Epidermis und Blattpolstern; *b* Rinde ohne Epidermis; *c* entrindete Stammoberfläche, nur noch die Blattspuren zeigend (*Syringodendron*). *E* *Sig. lutayana* Schpr. Die Ansatzstellen der Fruchtähren (*f*) zwischen den Blattpolsterreihen zeigend. *F* *Sig. spinulosa* Germ. *Stigmaria*-Narben (*s*) unter den Blattpolstern. *G* Eine Ähre (*Sigillariostrobus*) mit Sporenblättern (*sb*), die Makrosporen (*s*) tragen. *H* Ein Stück des Holzrings im Querschnitt. *p* Primärholz; *s* Sekundärholz; *b* Blattbündel. *J* Äußere, korkartige Rindenschicht (*Dictyoxylon*). *K* Schematischer Stammquerschnitt. *m* Mark; *h* Holzzylinder; *ir* innere Rinde; *ar* äußere Rinde mit den Blattbasen.

Die Blattnarben erscheinen zumeist als 6seitige oder nierenförmige, siegelartige Eindrücke (Siegelbäume); von den 3, im oberen Teile befindlichen Närbchen entsprechen das mittlere (*B, b*) der Blattspur, die seitlichen (*s*) den Parichnos, wie bei *Lepidodendron*. Über der Narbe wird zuweilen eine Ligulargrube (*Bl*) beobachtet. Sehr selten kommen an den

Stämmen kreisrunde Narben von ? Luftwurzeln vor (*Fs*). — Vergleiche unten *Stigmaria*.

Ist die äußere Rinde verloren gegangen, so bleiben die 3 Narben, wenn auch undeutlich, erkennbar (*Db*); in andren Fällen bleiben nur die 2 seitlichen als langgezogene, oft beträchtlich vergrößerte Male übrig — **Syringodendron.** Der Innenabdruck der Rinde zeigt nur eine große Spur (*Dc*).

Die Fruktifikationen (*Sigillariostrobus*) saßen am Stamm zwischen den Blättern und haben deutlich verschiedene, in Längs- (*Ef*) oder Querreihen angeordnete Narben von ovaler Gestalt hinterlassen. Der noch unvollkommen bekannte Fruchtstand war zapfenförmig wie bei *Lepidodendron*. Die Sporen teils Mikro- teils Makrosporen (*Gs*) saßen auf der dreieckig verbreiterten, horizontal abstehenden Basis der Fruchtblätter.

Stammstruktur (*H, J, K*). Der Holzzylinder (*K*) enthält eine weite Markhöhlung (*m*). Er besteht aus zahlreichen Bündeln von Primärholz (*Hp*) und einer breiten Zone von Sekundärholz (*Ks*).

Die innere Rinde (*K ir*) war sehr stark, aber leicht vergänglich, die äußere (*ar*) besteht aus einem System radial gestellter Lamellen, die sich berühren und netzartig vereinigen (*J*) — *Dictyoxylon*.

Über die unterirdischen Organe der *S.* vergl. *Stigmaria*.

*Sigillaria* sind aus Devon und Unterkarbon noch nicht bekannt; im unteren, namentlich im mittleren Oberkarbon (»*Sigillaria*«-Stufe) erscheinen sie häufig und werden im oberen seltener. Hier wie im Perm herrschen an Stelle der älteren *Eu-Sigillaria* die *Sub-Sigillaria*, an die sich auch die spärlichen Funde verwandter Formen aus dem oberen Buntsandstein (*Pleuromoia*) anschließen.

### Unterirdische Organe der Lepidophyta — Stigmaria (44).

Die Stämme der *Lepidodendron* und *Sigillaria* setzen in unterirdische Organe besonderer Art fort, die als **Stigmaria** (41 *A*, 44) bekannt sind. Sie zeigen eine regelmäßig dichotome Verzweigung (*A*) und nehmen bald nach der ersten (Vier-) Teilung zumeist einen fast horizontalen Verlauf. Ihr Durchmesser übersteigt zuweilen 20 m.

Die Oberfläche der »Wurzeln« ist mit entfernt stehenden, kreisrunden Narben in Quincunx-Stellung bedeckt (*B*); diese sind vertieft, randlich aufgewulstet und zeigen in der Mitte eine Bündelspur. Nicht selten sind noch die bis fußlangen und 1 cm dicken Anhänge (»Appendices«) erhalten (*B*), welche ± senkrecht der Wurzel ansaßen. Diese sind spindelförmige, am innern Ende eingeschnürte Organe, welche die Nahrungsaufnahme besorgten, von fleischiger Konsistenz waren und im Boden sowie in modernden Pflanzenteilen wucherten. Gelegentlich kommt bei ihnen Verzweigung vor.

Struktur. Die Wurzeln besitzen ein dickes Mark (*Cm*) und einen von Markstrahlen keilförmig zerteilten Holzzylinder mit Sekundärzuwachs (*C*) sowie eine dicke Rindenschicht, deren innere Lagen sehr vergänglich waren. Die Anhänge (*D*) dagegen führen ein dünnes zentrales Holzbündel (*h*); von der dicken Rinde findet sich gewöhnlich nur die Innen- (*ir*) und Außenrinde (*ar*) erhalten, während die mittlere (*mr*) verschwunden ist.

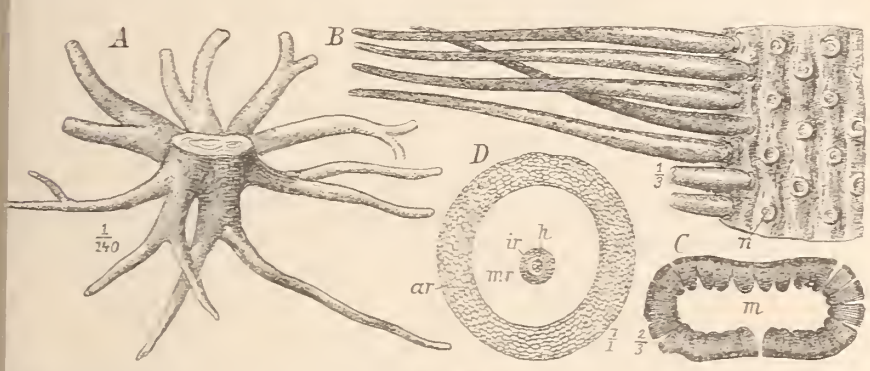



Fig. 44. *Stigmaria ficoides* Brgt. *A* Gesamtansicht von oben. Karbon. Clayton, Yorkshire. *B* Dieselbe. Kulm. Vogesen. Ein Stück mit Narben (*n*) und anhaftenden Appendices. *C* Holzzylinder im Querschnitt. *m* Markhöhle. *D* Appendix im Querschnitt. *ar* äußere, *mr* mittlere *ir* innere Rinde, *h* Holzzylinder.

*St.* findet sich im Devon und Unterkarbon, wo nur *Lepidodendren* vorkommen, ebenso sehr häufig im Oberkarbon mit *Sigillarien* und *Lepidodendren*. Die mit *Sigillarien*-Stämmen in Verbindung gefundenen *Stigmarien* zeigen querovale Narben und scheinen auch etwas abweichende Stammstruktur besessen zu haben — **Stigmariopsis** Gr. Eur. Häufig stehen die *St.* noch in ihrer ursprünglichen Stellung mit horizontal abstehenden Anhängen in dem fossilen Vegetationsboden, der die Unterlage der Steinkohlenflötze bildet.

---

## II. Phanerogamen. Blütenpflanzen.

Die Blütenpflanzen zerfallen in die beiden Gruppen der

**Gymnospermae** oder Nacktsamigen Gewächse und der
**Angiospermae** oder Bedecktsamigen Gewächse.

Bei den ersteren befindet sich die Samenanlage nackt auf den ausgebreiteten Fruchtblättern (Nadelhölzer, Cycadeen), bei den letzteren wird die Samenanlage von den meist vollständig geschlossenen Fruchtblättern bedeckt. Die *Gymnosp.* erscheinen in der Kohlenformation, die *Angiosp.* beginnen mit der Kreide und dominieren seither über die *Gymn.*

## A. **Gymnospermae.** Nacktsamige Pflanzen.

Hierher gehören von lebenden Pflanzenformen die Sagopalmen und Nadelhölzer, welche sich folgendermaßen unterscheiden:

1. **Cycadaceae** (Sagopalmen). Blätter groß, fast immer fiedrig, schopfartig am Ende des einfachen, selten verzweigten Stammes. Perm bis Gegenwart.
2. **Coniferae** (Nadelhölzer). Einfache, meist nadel- oder schuppenförmige Blätter. Reichverzweigte Holzgewächse. Perm bis Gegenwart.
3. **Gingkoaceae.** Blätter keilförmig, ± tief eingeschnitten, von zahlreichen verzweigten Adern durchzogen. Stamm reichlich verzweigt. Devon bis Gegenwart.

   Dazu gesellt sich die fossile Gruppe der
4. **Cordaitaceae**, die sich durch reichliche Verzweigung des Stammes und durch große, bandförmige, parallelnervige Blätter auszeichnen. Devon bis Perm.

### 1. **Cycadaceae.** Sagopalmen. (45—50).

Die heute auf tropische und subtropische Gegenden beschränkten *C.* ähneln durch ihren meist unverzweigten Stamm und die großen, gefiederten Blätter habituell den Baumfarnen und Palmen (45 *A*). Die wedelartigen Blätter bilden einen Schopf am Gipfel des Stammes; ihre Basen persistieren zumeist und umkleiden (zusammen mit den schuppenartigen Niederblättern) den Stamm mit einem dichten Schuppenpanzer (*B bb*). Die nicht seltene Einrollung der jungen Blätter erinnert an das Verhalten der Farne. Die Fiederblätter sind lederartig, einnervig oder vielnervig (selten mit fiederiger Aderung versehen). Die zweihäusigen Blüten sind endständig und besitzen Zapfenform (*B*, *D*); Staub- und Fruchtblätter im allgemeinen ähnlich gestaltet. Der Stamm enthält ein weites Mark, das von einem

Fig. 45. *A*, *B Cycas revoluta* L. Lebend. *A* Habitusbild einer ♀ Pflanze. *B* Stamm mit endständigem ♂ Blütenzapfen. *b* Entwickelte, *b'* unentwickelte Blätter mit eingerollten Fiedern; *b b* Blattbasen. *C*, *D Zamia integrifolia* Ait. Lebend. *C* Fruchtzapfen. *D* Ein Fruchtblatt mit 2 Samen (*s*); *a* Achse des Fruchtzapfens.

Holzzylinder mit Sekundärzuwachs umgeben ist. Das Rindenparenchym ist relativ dick; es wird von netzartig verbundenen Gefäßbündeln durchzogen, die z. T. zu den Blättern führen; der Bau der Blattstielstränge ist kollateral.

Fossile Reste von Cycadeen. Am häufigsten finden sich Blattreste, die z. T. mit heutigen Formen übereinstimmen, z. T. aber abweichend gestaltet sind. Blüten und Früchte sind relativ selten; dagegen werden Stämme, bes. im Jura und in der Kreide häufig angetroffen. Diese weichen weniger in ihrer Struktur, als vielmehr durch den eigenartigen Bau der in den Blattbasenpanzer eingeschlossenen Blüten soweit von den heutigen *C.* ab, daß sie als besondere Gruppe unterschieden werden müssen — *Bennettiteae* (S. 50).

Die ältesten, noch spärlichen Reste finden sich im Oberkarbon und Perm; in den mesozoischen Formationen gehören sie zu den herrschenden Pflanzenformen, im Tertiär beobachtet man eine erhebliche Abnahme, wie sie sich auch im gegenwärtigen Zustande zu erkennen gibt.

Nach der Form und Aderung kann man die Blätter in 3 Gruppen bringen

a) Fiederblätter einnervig. Lebend: **Cycas** (45 *A*),

b) » vielnervig, mit eingeschnürter Basis. Lebend: **Zamia** (46).

c) » vielnervig; Basis nicht eingeschnürt. Lebend: **Encephalartos** (47, 48 *A*, *B*).

Fig. 46. *Zamites Feneonis* Bgt. Ob. Malm. Dép. de l'Ain. Ein Wedel.

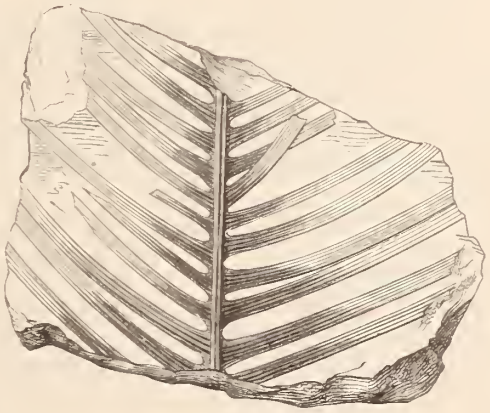


Fig. 47. *Pterophyllum Braunii* Göp. Rhät. Oberschlesien. 1/1. Ein Wedelstück.

### a) Cycaditen.

Mit der lebenden Gattung **Cycas** (45) übereinstimmende Blattreste kennt man vielleicht schon aus dem Karbon, mit Sicherheit aus der Trias, namentlich aus dem Jura und der Kreide. Auch Fruchtblätter sind gefunden.

b) **Zamiten.**

Die fossilen Blätter, welche ± gut mit der lebenden Gattung **Zamia** übereinstimmen, werden als

**Zamites** Brgt. (46) bezeichnet. Die Fiederchen decken sich nicht, sitzen aber dicht gedrängt. Trias — Kreide, hauptsächlich im Jura. (Über die zu manchen *Zamiten* gehörigen Stämme siehe *Bennettiteae*.

**Otozamites** F. Br. (48 *C*). Fiederchen vorn mit herzförmigem Ohr, welches die Basis der benachbarten Blättchen verdeckt. Adern gespreizt. Trias — Unt. Kreide, häufig im Jura.

c) **Encephalartiten.**

**Pterophyllum** Brgt. (47). Vom obersten Karbon — untere Kreide, bes. häufig in der Trias. Die linearen Fiedern sitzen der Spindel mit ganzer Breite an und sind oft am Grunde durch einen Saum miteinander verbunden. *Pt. blechnoides* Sdb. Unt. Perm; *Pt. Jaegeri* Schilfsandstein d. mittl. Keupers.

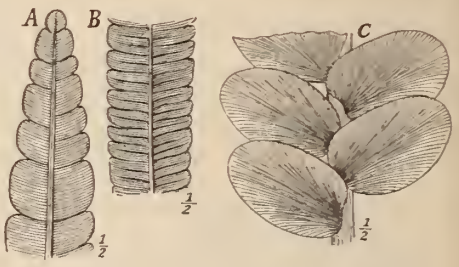


Fig. 48. *A, B Nilssonia polymorpha* Schk. Rhät. Schonen. *C Otozamites Beani* Brgt. Dogger. Yorkshire.

**Nilssonia** Brgt. (48 *A*, *B*). Lange, ± bandförmige, *Taeniopteris*-artige (S. 36) Blätter, die selten ganz, meist vielmehr in breitere (*A*) oder schmälere (*B*), ungleiche Abschnitte eingerissen. Vom Rhät (*N. polymorpha* Schk.) bis in den Dogger.

**Bennettiteae** (49, 50).

Während ein Teil der fossilen *Cycadeen*-Stämme aus mesozoischen Schichten sich nicht oder nur unwesentlich von dem heutigen Typus entfernt, gibt es in Trias, namentlich aber in Jura und Kreide, Stammreste, die zwischen den rhombischen Blattbasen des Stammes rundliche, knospenartige Narben (49 *f*) aufweisen: dies sind fertile Seitenäste des monopodial (nicht wie bei den *Cycadeen* sympodial) verzweigten Stammes. Die vegetativen Teile dieser als

**Cycadoidea** und **Bennettites** bezeichneten Stämme unterscheiden sich von den *Cycadeen* nur dadurch, daß ein einziges (statt 2) Gefäßbündel von Hufeisenform (49 *C*) in das Blatt eintritt, und daß zwischen den Blattbasen und um die Infloreszenz herum vielzellige Haare (anstatt der Wollhaare der *Cycadeen*), ähnlich den Spreuschuppen der Farne, stehen.

Der weibliche Blütenstand (50) besteht aus einer kurzen, oben keulenartig verbreiterten Achse (*B a*); die an ihrer Basis sitzenden Hüllblätter (*h*) schließen über der eiförmigen Blüte zusammen (*h'*).

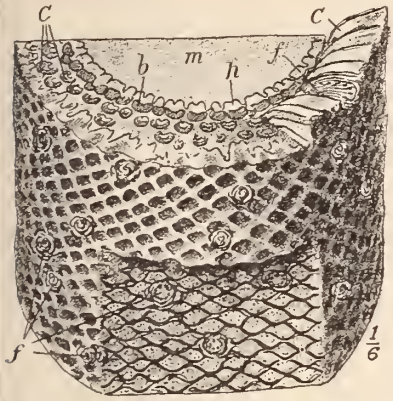



Fig. 49. *Cycadoidea microphylla* Buckl. Ob. Malm. Portland. Stammstück oben quer, unten tangential geschnitten. Zwischen den rhombischen Blattbasen der Oberfläche mehrere runde Narben (*f*) den Fruchtständen entsprechend; *C* Blattbasen im Querschnitt, und aufgebrochen; *m* Markhöhle; *h* Holzzylinder; *b* Bastring. Halbschematisch.

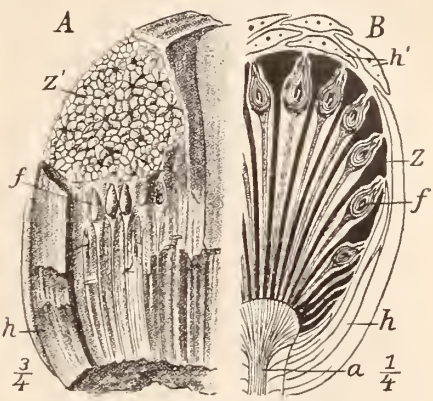



Fig. 50. *Bennettites*. *A B. Morieri* Sap. & M. Oxford. Normandie. Teilweise aufgebrochene ♀ Blüte. *B B. Gibsoni* Carr. Neocom. Insel Wight. Medianer Längsschliff durch den Fruchtstand; halbschematisch. *a* Achse; *h* Hüllblätter; *h'* dieselben im Querschnitt; *z* sterile Organe der Blüte, an der Peripherie zu einer gefelderten Fläche (*z'*) verwachsen; *f* langgestielte Samen.

Auf dem verbreiterten Achsenende erheben sich zweierlei Organe:

a) sterile Blattorgane (Zwischenschuppen — *z*), deren keulenförmig verbreiterte Enden außen zu einer gefelderten Fläche (*A z'*) verwachsen, die von zerstreuten Öffnungen durchbohrt ist. Diese führen hinab zu den Räumen, in denen sich die

b) fertilen Organe in der Form langgestielter Samen (*f*) befinden.

So besitzen wir in den *Bennettiteen* eine Gruppe mesozoischer Pflanzen, die habituell den *Cycadeen* gleichen, auch *Cycadeen*-artige Blätter trugen, die aber durch die Seitenständigkeit der Blüten, besonders aber durch die eigenartige Ausgestaltung der weiblichen Blüte sich recht weit von den *Cycadeen* entfernen, und die durch den Besitz einer zusammenhängenden Fruchthülle eine gewisse Ähnlichkeit mit den *Angiospermen* aufweisen.

## 2. Coniferae. Nadelhölzer (51—57).

Im Gegensatz zu den Sagopalmen sind die Nadelhölzer zumeist hohe, reichlich und oft scheinbar wirtelig verzweigte Bäume, vielfach von pyramidaler Gestalt. Häufig besitzen die Seitenachsen nur ganz beschränktes Längenwachstum (Kurztriebe). Die Blätter stehen spiralig oder in Wirteln und ähneln durch ihre meist pfriemliche Gestalt den

Blättern der *Lepidodendren*; sie sind meist einnervig und hinterlassen am jugendlichen Aste Blattkissen von rhombischer Gestalt.

Die Blüten sind getrennten Geschlechts meist einhäusig und stehen an den Seitenachsen in den Achseln der Blätter. In der ± kätzchenartigen männlichen Blüte befinden sich die Pollensäcke an der Unterseite der schildförmigen Staubblätter. Die weibliche Blüte besitzt die Gestalt eines Zapfens, dessen Achse mit ± zahlreichen, holzigen, spiral, gegenständig oder wirtelig geordneten, schuppenartigen Fruchtblättern besetzt ist; diese sind einfach oder gedoppelt (äußere Deckschuppe, innere Fruchtschuppe) und tragen an ihrer Oberseite einen (51 *C*) oder mehrere Samen (54 *B*). Nur bei den fossil unwichtigen *Taxaceen* (Eibe usw.) ist die Bildung der Fruchtblätter und -zapfen zurückgedrängt und die Samen sind von einer fleischigen Hülle umgeben, ähnlich wie bei *Gingko* (S. 55).

Im Stamme wird ein enges bis verschwindendes Markrohr von einem relativ mächtigen Holzzylinder umgeben, der von zahlreichen Markstrahlen durchsetzt ist.

Die Koniferen finden sich heute in zahlreichen Arten, bes. in niederschlagsreichen Regionen der außertropischen Länder der nördlichen Halbkugel verbreitet. Fossil kennt man sie seit dem Ende der Karbonzeit. Zusammen mit den *Cycadeen* beherrschen sie den Vegetationscharakter der mesozoischen Zeit bis zum Erscheinen der *Angiospermen* in der Kreidezeit. Sie sind auch während der Kreide- und Tertiärzeit noch sehr häufig; doch engt sich der Wohnbezirk vieler, ursprünglich weit verbreiteter Arten im Laufe der Tertiärzeit erheblich bis auf die jetzige Ausdehnung ein.

Während viele tertiäre Formen generisch und z. T. auch der Art nach mit jetzt lebenden identifiziert werden können, läßt sich die Mehrzahl der älteren nach den oft nur sterilen Zweigen und mit Struktur erhaltenen Stammresten meist nur angenähert in das System der lebenden einfügen.

Die heutigen Nadelhölzer im engeren Sinne, d. h. mit Ausschluß der fossil unwichtigen *Taxaceae*, werden nach der Stellung der Blätter und nach der Ausbildung der Samenanlage in folgende Gruppen geteilt:

1. Blätter gegenständig oder quirlständig — 1. **Cupressineae.**
2. Blätter spiralig gestellt.
   a) Fruchtblätter einfach, 1 Same auf dem Fruchtblatt — 2. **Araucarieae.**
   b) Fruchtblätter in Deck- und Fruchtschuppe geteilt.
      $\alpha$) 2—8 nach oben gekehrte Samen auf der Fruchtschuppe — 3. **Taxodieae.**
      $\beta$) 2, nach unten gekehrte Samen auf der Fruchtschuppe — 4. **Abietineae.**

1. **Cupressineae.** Fossile Reste, die wahrscheinlich hierher zu rechnen sind, kennt man seit der jüngeren Triaszeit, ebenso aus Jura und Kreide. Sichere Vertreter der lebenden Gattung

**Librocodrus** erscheinen in der Kreide, der Gattungen **Cupressus** und **Thuja** im Tertiär.

2. **Araucariaceae.** Die jetzt auf wenige Arten der südlichen Halbkugel beschränkte Gattung

**Araucaria** Juss. (51) läßt sich bis in den Jura in typischen Vertretern zurück verfolgen, wo sie in Europa in zahlreichen Arten verbreitet war. Nahe damit verwandt dürfte die älteste, im obersten Karbon zuerst erscheinende, für das untere Perm besonders bezeichnende Gattung:

**Walchia** Stbg. (52, 53) sein. Dies waren Bäume mit quirlförmiger Verzweigung und abstehenden, ausgebreiteten, zweizeilig abwechselnden Seitenästen (52), wie die vielfach kultivierte *Arauc. excelsa*. Die männlichen Blütenstände sind kätzchenartig (53 *B*), die weiblichen stellen kleine Zapfen dar (53 *A*), an denen gelegentlich auch einsamige Zapfenblätter beobachtet worden sind.

Fig. 51. *Araucaria*. *A A. microphylla* Sap. Kimmeridge, Dép. de l'Ain. Rekonstruktion eines Zapfen tragenden Zweigs. *B A. excelsa* R. Br. Recent. Sproß mit kürzeren und längeren Blättern. *C A. Falsani* Sap. Vorkommen wie *A*. Fruchtschuppe, die einzige Samenanlage zeigend.

Die unter dem Namen **Araucarioxylon** bekannten Stämme mit *Araucarien*-Struktur gehören zum größten Teil zu *Walchia*, ebenso die Markröhrenausgüsse aus dem Perm, welche als **Tylodendron** (53 *C*) bezeichnet werden.

Fig. 52. *Walchia piniformis* Schl. Unt. Perm. (Rotliegendes.) 1/1.

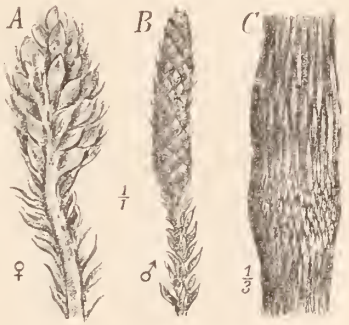



Fig. 53. *A W. piniformis* Schl. Fruchtzapfen mit Samen. *B W. fertilis* Ren. Männliche Blüte. Unt. Perm. Autun. *C* Ausguß der Markhöhlung von *Walchia* (= *Tylodendron speciosum* Weiß). Rotliegendes. Saarbecken.

Ob die als *Ullmannia* bekannten, sparsam und unregelmäßig verzweigten Reste des permischen Kupferschiefers mit dicken und zungenförmig gestalteten Blättern hierher gehören, erscheint sehr zweifelhaft.

3. **Taxodieae.** Von heute noch lebenden Gattungen reichen einige in großer Häufigkeit bis zur Kreide zurück, wie namentlich

**Sequoia** Edl. (54). Der heute auf Kalifornien beschränkte Mammutbaum war in z. T. wenig verschiedenen Arten zur Kreide- und Tertiärzeit fast

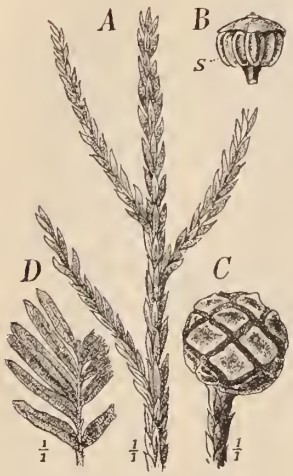



Fig. 54. *Sequoia*. *A, B S. Cottusiae* Hr. Eocän. Bovey Tracey. *A* Junger Zweig. *B S. sempervirens* Endl. Recent. Zapfenschuppe mit 6 Samen (*s*). *C* Fruchtzapfen von *A*. *D S. Langsdorfii* Hr. Arktisches Miocän.

Fig. 55. *Taxodium distichum miocaenicum* Hr. Miocän. Samland. Seitentrieb.

Fig. 56. *Glyptostrobus europaeus* Hr. Ob. Miocän. Oeningen. *A* Zweig mit männlichen Blüten (*b*). *B* Zweig mit Samenzapfen (*s*).

über die ganze nördliche Halbkugel verbreitet, reichte auch mehrfach bis in die arktischen Regionen.

**Taxodium** Rich. (55). Die Sumpfcypresse (*T. distichum* Rich.), welche heute nur noch im S. der Vereinigten Staaten und in Mexiko wächst, gehörte zur mittleren und jüngeren Tertiärzeit zu den verbreitetsten Nadelhölzern der Nordhalbkugel einschließlich der arktischen Länder, während die ostasiatische Untergattung

**Glyptostrobus** Endl. (56) eine ähnlich weite Verbreitung in Kreide und Tertiär besaß, wie *Sequoia*.

Als Vertreter einer besonders im älteren Mesozoikum häufigen Gruppe, deren Zapfenschuppen durch tiefe Kerbungen (57 *E*) ausgezeichnet sind, möge

**Voltzia** Brgt. (57) genannt werden. Große Bäume mit quirlig gestellten Zweigen und abwechselnd gestellten Ästen (*D*), ähnlich der *Araucaria excelsa*. Die Blätter der Astenden lang und flach, der tieferen Astteile kurz und kantig (*A*). Männliche Blüten in der Form ovaler Kätzchen (*C*); Zapfen (*B*) aus rundlichen, gelappten Schuppen (*E*) gebildet, die 2 (*E*) oder 3 Samen tragen. Die Gattung beginnt im Perm, tritt in der älteren

Trias (»Voltziensandstein«) Europas und Indiens häufig auf, ebenso mehrfach in jüngeren Stufen der Trias; verwandte Formen reichen bis in den Jura.

4. **Abietineae.** (Kiefern, Lärchen, Fichten, Tannen.)

Hierher gehören wahrscheinlich schon triadische, sicher aber aus dem Jura stammende Reste. Reichlich ist diese Gruppe in der Kreide und im Tertiär vertreten, wo namentlich auch die bezeichnenden Zapfen häufiger vorkommen. Zu den Tannen oder Fichten gehört u. a. auch der zur Zeit des Oligocäns in der baltischen Region wälderbildende Bernsteinbaum **Pinites succinifera** Goep., wahrscheinlich ein Sammelname für verschiedene Arten.

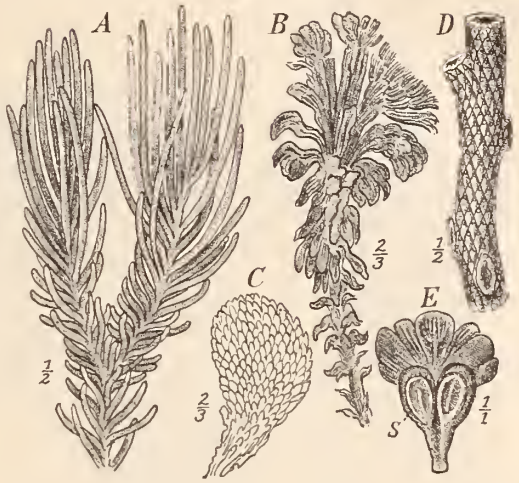



Fig. 57. *Voltzia*. *A*—*D V. heterophylla* Brgt. Oberer Buntsandstein. Sulzbad, U.-Elsaß. *A* Zweig mit langen und kurzen Blättern. *B* Zweig mit aufgesprungenen Fruchtzapfen. *C* ♂ Blüte. *D* Ein Ast mit Blattnarben. *E V. Liebei* Gein. Ob.Perm: Kupferschiefer. Trebnitz, Thüringen. Zapfenschuppen mit 2 Samenanlagen (*s*).

Die meisten unsrer gemeinen Nadelhölzer existieren seit der mittleren oder jüngeren Tertiärzeit ungeändert, so die Lärche (*Larix decidua* Mill.), die aber früher die Nadeln nicht abwarf, die Föhre (*Pinus silvestris* L.), in diluvialen Torfmooren häufig, die Fichte (*Picea excelsa* Lk.) u. a.

**Koniferenhölzer**, fast immer isoliert, aber oft gut erhalten gefunden, kommen seit dem Perm vielfach vor und sind meist ohne Schwierigkeit als solche zu erkennen. Man kann sie aber nicht bestimmten Gattungen zuweisen, sondern nach ihrer Struktur nur in größern Gruppen zusammenfassen, welche als **Araucarioxylon (Dadoxylon)**, **Cupressinoxylon**, **Pityoxylon** usw. bezeichnet werden. In mesozoischer und tertiärer Zeit ist Koniferenholz an der Bildung von Kohlenlagern in ausgiebigem Maße beteiligt gewesen.

## 3. Gingkoaceae (58. 59).

Die in Ostasien nur noch kultiviert verbreitete Gattung

**Gingko** (= *Salisburia* Sm.) *biloba* L. (58 *A*, *B*) ist der einzige lebende Vertreter dieser seit der Steinkohlenzeit bekannten Familie. Die Pflanze ist ausgezeichnet durch die fächerförmigen, ± tief eingeschnittenen Blätter mit gabeliger Aderung (*A*), die ährenförmigen ♂ (*A*, *b*), und

gestielten ♀ Blüten und mit fleischiger Hülle umgebene Samen (*B*), sowie durch die besondere, an die *Cycadeen* erinnernde Art der Befruchtung.

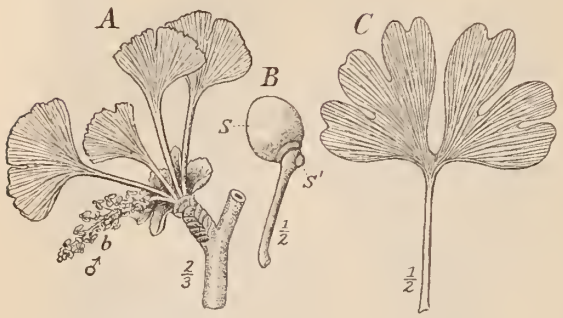



Fig. 58. *Gingko. A, B G. biloba* L. Lebend. *A* Ein Kurztrieb mit Blättern und männlicher Blüte (*b*). *B* Reifer Samen (*s*) [der zweite (*s'*) verkümmert]. *C G. Huttoni* Stbg. sp. Dogger. Yorkshire. Blatt.

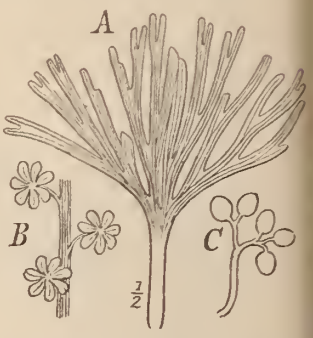



Fig. 59. *Baiera Muensteri* Hr. Rhät, Baireuth. *A* Ein Blatt. *B* Entfaltete männliche Blüte. *C* Unreife Samen.

Von der lebenden Art nur wenig abweichende, aber meist tiefer geteilte Blattreste (*C*) sind bis ins Perm zurückverfolgt; vom Jura an kennt man auch Blüten. Nahe verwandt mit *Gingko* ist

**Baiera** F. Br. (59) mit vielfach dichotom geteilten Blättern, in mesozoischen Ablagerungen häufig, vom Perm bis zum Schluß der Kreide reichend.

Mehrere andre Gattungen, wie **Dicranophyllum** Gr. E. (im unteren Perm) sind durch schmal lineare, 1—2 mal geteilte Blätter ausgezeichnet. Ihre Zugehörigkeit steht aber nicht ganz fest.

## 4. Cordaitaceae (60).

Diese vom Devon bis zum Perm verbreitete Gruppe enthält nur die in allen Einzelheiten gut gekannte Gattung

**Cordaites** Ung. (60). Es waren 30—40 m hohe, reich, aber unregelmäßig verzweigte Bäume mit horizontal abstehendem Wurzelwerk (*A*); die Zweigenden mit schraubenförmig gestellten Blättern dicht besetzt. Diese schwanken in ihrer Gestalt zwischen Ei- (*C*) und Bandform (*B*) und werden von zahlreichen parallelen, selten sich gabelnden Adern durchzogen. Sie hinterlassen am jungen Stamme quer-elliptische Narben (*G bn*) mit mehreren Närbchen von Gefäßbündeln (*E bn*). In ihrem Bau, bes. durch den Besitz kollateraler Gefäßbündel (*Da, i*) stehen sie den Fiedern der *Cycadeen* am nächsten.

Stamm (*E, F*) und Zweige besitzen nach Art der *Cycadeen* ein weites Mark (*Em, F, m*), welches sich bei späterem Wachstum zu einer Reihe von dichtgedrängten, wagerechten Platten (Diaphragmen — *Fd*) zusammenzieht. Die hierdurch quergerieften Ausgüsse des Markzylinders (*Em*) unter dem Namen **Artisia** bekannt. Der ± starke Holzzylinder (*Fh*) wird von zahlreichen,

schmalen Markstrahlen durchzogen; er besteht aus Primär- und Sekundärholz, letzteres dem Koniferenholz (*Araucarioxylon* S. 55) gleichend. Eine dicke, kompliziert gebaute Rinde (*Fr*) bekleidet den Stamm.

Fig. 60. *Cordaites.* *A* Habitusbild (Stamm verkürzt). *B, C* Blätter. *D* Blattquerschnitt, den kollateralen Bau des Gefäßbündels zeigend; *i* zentripetaler, *a* zentrifugaler Teil des Gefäßes; *ps* Parenchymscheide des Gefäßbündels; *b* Bast; *p* Verbindungsgewebe der Gefäßbündel; *m* mechanisches Gewebe; *e* Epidermis. *E* Stammstück mit Blattnarben (*bn*); *h* Holz-, *m* Markzylinder (*Artisia*). *F* Stammstück im Längs- und Querschnitt. *m* Markzylinder; *d* Diaphragmen desselben; *h* Holzzylinder; *r* Rinde. *G* Zweig mit ♂ (*I*) und ♀ (*H*) Blütenständen. *br* Brakteen; *bn* Blattnarben. *K* Längsschnitt durch eine ♂ Blüte. *a* Achse; *br* Brakteen; *bs* Blütenstiel; *pb* Pollenbehälter (*L*). *M* Ein Pollenkorn (= *N pk*). *a* Hülle; *i* innere Zellgruppen (= Antheridium?). *N* Längsschnitt durch die Samenknospe. *a* äußere Hülle; *n* Nucellus; *sp* Spitze desselben; *pk* »Pollenkammer« mit 2 Pollenkörnern. *O* Samen (*Cordaispermum Gutbieri* Ren.). Zwickau. *P* Samen im Längsschliff (*C. Augustodunense* Brgt.). *f* Äußere, fleischige, *h* innere, holzige Hülle; *pk* Pollenkammer; *e* Endosperm.

Die Blüten (*Cordaianthus* = *Antholithus* — *G*) sind getrennt geschlechtlich, zu ährenförmigen Blütenständen angeordnet und bestehen aus kleinen kätzchenartigen Körpern, die in dem Winkel eines Deckblattes (*H*, *I br*) stehen. Die männlichen Kätzchen (*K*) besitzen eine starke Achse (*a*) mit zahlreichen schuppenförmigen Blättern (*br*) und langgestielten (*bs*) zylindrischen Pollenbehältern (*pb*). Im Innern der Pollenkörner (*M*) bildet sich vor der Befruchtung eine Zellgruppe (*i*), die als Antheridium oder Prothallium aufgefaßt werden kann. Die Samenanlagen (*N*) sitzen vereinzelt zwischen zahlreichen

Brakteen auf kurzen Stielen. An verkieselten Stücken hat man die Pollenkörner in der verlängerten Spitze der Pollenkammer (*sp*) und in dieser selbst (*pk*) beobachten können.

Die Samen (*Cordaispermum*), welche auch noch am Blütenstande anhaftend gefunden sind, kommen recht häufig isoliert im Oberkarbon und Perm vor. Sie sind oval bis herzförmig und dreikantig — **Cardiocarpus, Trigonocarpus** (*O*). Sie besitzen eine dicke, außen fleischige (*f*), darunter eine harte und holzige (*h*) Hülle, welche das Endosperm (*e*) umschließt; ein Embryo wurde bisher nicht beobachtet.

Isolierte Blätter und Samen kommen häufig im Oberkarbon und Perm vor; die Stämme finden sich häufig verkieselt, namentlich im Rotliegenden; im Oberkarbon haben sie wohl einen erheblichen Beitrag zur Bildung der Steinkohlen geliefert.

## B. **Angiospermae.** Bedecktsamige Pflanzen.

Die Mehrzahl der heutigen Blütenpflanzen gehört hierher. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Samenanlagen von den Fruchtblättern bedeckt werden, und daß sie echte Gefäße besitzen. Diese jüngste Abteilung des Pflanzenreichs kennt man erst von der Kreide an, wo die beiden Hauptgruppen schon getrennt voneinander erscheinen.

### 1. **Monocotyledoneae** (Gräser, Palmen usw.).

Durch den Besitz eines einzigen Samenlappens ausgezeichnet. Blätter meist parallelnervig. Gefäßbündel geschlossen, meist auf dem Querschnitt isoliert erscheinend (62 *A*).

Fossil kommen einigermaßen häufig **Palmen** (61, 62) vor, deren Blätter leicht an ihrer facher- (61) oder fiederförmigen Gestalt, deren Stammreste an den isolierten Gefäßbündeln (62) leicht zu erkennen sind. Seit der mittleren Kreide sind sie bekannt, scheinen aber erst im Tertiär häufiger zu werden. In Mittel- und Nordeuropa findet man sie im Eocän und Oligocän ziemlich reichlich, im Miocän verschwinden sie aus diesen Gegenden so gut wie ganz.

Fig. 61. *Sabal major* Ung. Oligocän. Häring, Tirol. Ein Blatt mit Stielansatz.

Fig. 62. Palmenholz (*Palmoxylon*). Miocän. Preanger, Java. *A* Querschnitt, die getrennten Gefäßbündel zeigend. *B* Im Anbruch.

## 2. Dicotyledoneae.

Mit 2 Keimblättern. Gefäßbündel zu einem Ringe geordnet. Blätter meist mit netzartiger Aderung (63).

Fossile Reste kennt man seit der älteren Kreide (Potomac-Formation) aus Nordamerika, vom Cenoman ab in weiter Verbreitung und in großer Mannigfaltigkeit. die sich bis zur Gegenwart immer mehr steigert. Bei der Schwierigkeit, die zumeist allein sich findenden Blattreste oder Hölzer mit Sicherheit in das System einzureihen und bei der großen Mannigfaltigkeit des Materials ist eine spezielle Besprechung hier nicht am Platze.

Die Reste der Dikotyledonen sind besonders für die Beurteilung der klimatischen Verhältnisse der Tertiärzeit von Bedeutung.

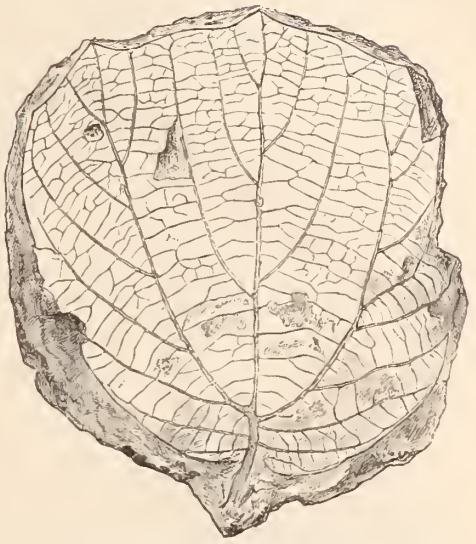


Fig. 63. *Credneria triacuminata* Hmpe. Obere Kreide: Senon. Blankenburg am Harz. Zeigt die netzartige Aderung der Dikotylen.

### Geologische Verbreitung der wichtigsten Pflanzengruppen.

| | Silur und Devon | Karbon | Perm | Trias | Jura | Kreide | Tertiär und Gegenwart |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Siphoneae* . . . . | + | . | + | + + | + | + + | + + |
| *Corallinaceae* . . . | . | . | . | ? | + | + | + + |
| *Equisetaceae* . . . | . | ? | + | + + | + + | + | + |
| *Calamariaceae* . . | + | + + | + + | . | . | . | . |
| *Sphenophyllaceae* . | ? | + + | + + | . | . | . | . |
| *Filicales* . . . . . | + | + + | + + | + + | + + | + + | + + |
| *Cycadofilices* . . . | . | + + | + + | . | . | . | . |
| *Lepidodendraceae* . | + | + + | + | | . | . | . |
| *Sigillariaceae* . . . | . | + + | + | + | . | . | . |
| *Cycadaceae* . . . . | . | . | + | + + | + + | + | + |
| *Bennettiteae* . . . | . | . | . | + | + + | + + | . |
| *Coniferae* . . . . | . | . | + | + + | + + | + + | + + |
| *Gingkoaceae* . . . | . | + | + | + + | + + | + + | + |
| *Cordaitaceae* . . . | . | + + | + + | . | . | . | . |
| *Monocotyledoneae* . | . | . | . | ? | ? | + | + + |
| *Dicotyledoneae* . . | . | . | . | . | . | + + | + + |

## 2. Das Tierreich.

Man teilt das Tierreich gewöhnlich in folgende Kreise oder Stämme ein:

A. Wirbellose Tiere: **Evertebrata.**

1. Kreis: **Protozoa**, Urtiere.
2. » **Spongia**, Schwämme.
3. » **Coelenterata**, Polypen und Quallen } **Radiata**,
4. » **Echinodermata**, Stachelhäuter } Strahltiere.
5. » **Bryozoa**, Moostiere.
6. » **Brachiopoda**, Armfüßler.
7. » **Mollusca**, Weichtiere.
8. » **Tunicata**, Manteltiere.
9. » **Vermes**, Würmer.
10. » **Arthropoda**, Gliederfüßer.

B. Wirbeltiere.

11. Kreis: **Vertebrata.**

Von den *Tunicaten* kennt man bisher keine fossilen Reste, von den *Vermes* nur dürftige Spuren. In allen anderen Kreisen aber gibt es heute und gab es früher ± große Formenkreise mit mineralischen, fossil gut erhaltenen Skeletten oder Schalen, so daß diese Kreise bis ins Kambrium oder doch bis ins Silur hinab haben verfolgt werden können.

## I. Kreis: Protozoa. Urtiere.

Die Protozoen, von den höheren Tieren durch das Fehlen zelliger Organe unterschieden, sind vielfach einzellige und zumeist sehr kleine Tiere. Manche erzeugen kalkige oder kieselige, fossil erhaltungsfähige Skelette. Diese Eigenschaft kommt — abgesehen von den *Coccosphaeriden* (S. 20), die vielleicht hierher gehören — in hohem Maße der Klasse der

### Rhizopoda oder Wurzelfüßler

zu. Ihre nackte Zelle (Sarkode) besitzt die Fähigkeit (zum Zwecke der Bewegung und Nahrungsaufnahme), fadenförmige Fortsätze — Pseudopodien (64, 65) — auszusenden, die miteinander verschmelzen und wieder eingezogen werden können. Skelettbildend sind hauptsächlich 2 Ordnungen:

1. **Foraminifera** Zelle nicht differenziert. Schale kalkig oder aus fremden Körnern aufgebaut, selten chitinös. Seit dem Silur bekannt.
2. **Radiolaria.** Zelle besteht aus einer innern, kugligen Protoplasmamasse (*Zentralkapsel*) und einer äußeren gelatinösen Hülle (*calymma*), die von verzweigten Protoplasmasträngen durchzogen ist, und die Pseudopodien aussendet. Skelett meist kieselig, nie kalkig. Seit dem Präkambrium bekannt.

## 1. Ordnung: Foraminifera (Thalamophora).

Die Zelle wird von einer chitinösen, zumeist aber mineralischen Hülle — Schale — umgeben, welche entweder nur eine größere Öffnung — Mündung (64) — oder außer dieser zahlreiche feine Poren (65) zum Austritt der Pseudopodien besitzt. In einigen Fällen besteht die Schale nur aus einer einfachen Höhlung — einkammerig (monothalam 69*A*, 72*A*) — meist aber aus mehreren, durch Scheidewände getrennten, aber miteinander kommunizierenden Kammern (65. 67*A*), — vielkammerig (polythalam).

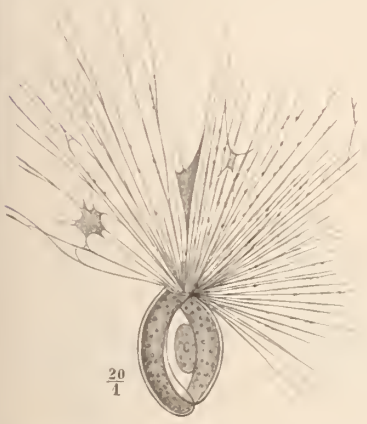



Fig. 64. Typus *mperforata*. Eine lebende *Miliola* mit den nur aus der Mündung austretenden Pseudopodien.

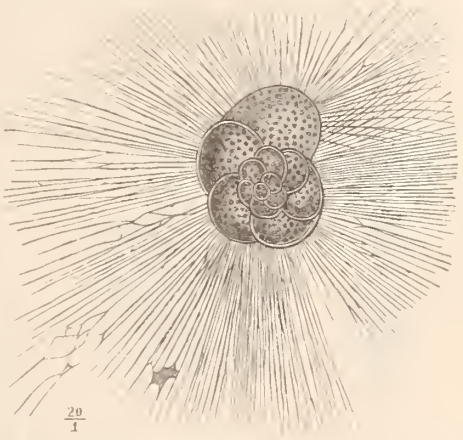



Fig. 65. Typus *Perforata*. Eine lebende *Rotalide* mit den aus zahlreichen Poren austretenden Pseudopodien.

**Schalenbau.** Die einkammerigen Schalen sind ± kuglig oder schlauchförmig, im letzten Falle oft spiral- oder knäuelförmig aufgerollt. Die vielkammerigen Schalen zeigen sehr mannigfaltigen Bau, im wesentlichen wie folgt:

a) K(ammern) in einer geraden oder gebogenen Linie geordnet (72 *B D*).
b) K. spiral in einer Ebene symmetrisch aufgerollt, wobei sie sich gewöhnlich seitlich ± umfassen (72 *C*).
c) K. spiral in wechselnder Ebene unsymmetrisch nach Art einer Schneckenschale aufgerollt (74, 75, 77).

d) K. in 2 oder 3 abwechselnden Reihen geordnet (70 *EF*.

e) K. ± verlängert, knäuelförmig nach einer oder verschiedenen Ebenen um eine Achse gewickelt (69 *B—E*).

f) K. ringförmig, sich konzentrisch umfassend (zyklisch) (67).

Nicht selten finden sich 2 oder 3 verschiedene Wachstumsformen in einer Schale vereinigt (anfangs spiral symmetrisch, später reihenförmig (66 *D*, 70 *D*. oder anfangs spiral, später zyklisch etc.).

Manche kompliziert gebauten Schalen beginnen entweder mit einer großen Anfangskammer, oder es findet sich an deren Stelle eine größere Zahl kleiner Kammern, deren erste sehr klein ist. Dieser Dimorphismus scheint auf zwei verschiedenen Vermehrungsprozessen zu beruhen.

**Schalenstruktur.** Die Schalen bestehen zumeist aus Kalkkarbonat.

a) Ist die Schalenmasse dicht (undurchbohrt), so erscheint sie bei auffallendem Licht porzellanartig weiß, bei durchfallendem gelblichbraun — **Imperforata.**

b) Sind zum Durchtritt der Pseudopodien zahlreiche feine Poren darin vorhanden, so erscheint sie glasartig durchsichtig — **Perforata.** Der Durchmesser der Poren schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen.

Bei manchen *Perforata* findet sich ein sog. Kanalsystem. Bestimmte Teile der Schale, z. B. die Kammerscheidewände, werden von verzweigten, oft miteinander anastomosierenden Kanälen durchzogen, welche mit Sarkode erfüllt sind (66 *Bb*). Mit den Poren steht das Kanalsystem in keiner Verbindung. (Vergl. auch 85 *c*, 82 *a*, *d*).

Nicht durchbohrte Teile der Schale, die als Rippen, Stacheln u. dergl. an der Oberfläche oder als Pfeiler usw. in der Schale auftreten, werden als Zwischenskelett (66 *Cb*) bezeichnet, die darin verlaufenden verzweigten Kanäle als Interkanalsystem (85 *ic*).

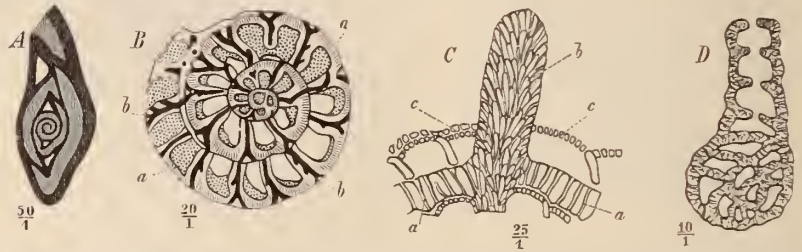



Fig. 66. *A* undurchbohrte Schale (*Miliola*) im Dünnschliff. *B* feinporige Schale (*Rotalia*) im Dünnschliff; *a* Porenkanäle; *b* Kanalsystem. *C* grobporige Schale (*Calcarina*) im Dünnschliff; *c* Porenkanäle; *a* und *b* Zwischenskelett von groben Kanälen (Interkanalsystem) durchzogen. *D* agglutinierende Schale mit unregelmäßigen Poren (*Haplophragmium*) im Dünnschliff.

e) An Stelle des Kalkkarbonats tritt nicht selten ein Gemenge von Sandkörnern und andren fremden Körperchen, die durch ein kalkiges oder kieseligeisenschüssiges Zement verkittet werden — agglutinierende Struktur. Solche Schalen finden sich gelegentlich sowohl bei einzelnen *Perforaten* (*Textularia* wie *Imperforaten* (*Miliola*). Außerdem treten sie aber gesetzmäßig bei einer Gruppe meist einfach, oft unregelmäßig geformter Schalen auf, die als besondere Abteilung — **Agglutinantia** — aufgefaßt wird. Die hier etwa

vorhandenen Poren unterscheiden sich von denen der echten Perforaten durch ihren gewundenen, oft verzweigten Verlauf und die ungleichmäßige Verteilung.

Die meisten *For.* erreichen nur Bruchteile von mm, einige Gattungen werden aber mehrere cm groß. Die wenigen Formen mit chitinöser Schale leben im Süßwasser, die übrigen im Meere. Die Schalen der frei schwimmenden Formen sind einfach gebaut und dünn, die der bodenbewohnenden verhältnismäßig massiv; sehr große und komplizierte Schalen finden sich nur im Seichtwasser. Die Schalen derartiger Gattungen häufen sich nicht selten in großen Mengen an und bilden mächtige Gesteinskomplexe (*Fusulinen-*, *Nummuliten-*, *Alveolinen*-Kalke usw.). Der weiße Tiefseeschlamm dagegen setzt sich z. gr. T. aus den Schälchen der am Boden lebenden oder freischwimmenden kleinen Formen zusammen, wie *Globigerina*, *Rotalia* usw.

### Übersicht der wichtigsten Familien.

A. Schale kalkig, undurchbohrt, ausnahmsweise agglutinierend (66 *A*) I. *Imperforata.* 1. Fam. **Miliolidae** (67—69).

B. Schale kalkig, durchbohrt, zuweilen agglutinierend III. *Perforata.*

a) Kammern abwechselnd in 2 oder 3 Reihen. Schale häufig agglutinierend. 1. Fam. **Textularidae** (70 *E*, *F*).

b) Schale unsymmetrisch eingerollt, stets kalkig. 3. Fam. **Globigerinidae** (74) u. 4. Fam. **Rotalidae** (75—78).

c) Schale symmetrisch eingerollt, geradgestreckt oder gebogen

α) Mündung am Außenrand der Kammerscheidewand oder endständig 2. Fam. **Lagenidae** (72).

β) Mündung am Innenrand der Kammerscheidewand

1) Schale ± spindelförmig bis kuglig (79). 5. Fam. **Fusulinidae.**

2) Schale ± linsen- oder scheibenförmig (80—86). 6. Fam. **Nummulinidae.**

C. Schalen agglutinierend, dicht oder unregelmäßig durchbohrt, verschieden gebaut, aber nie 2- oder 3zeilig. II. *Agglutinantia.* 1. Fam. **Lituolidae** (70 *A*—*D*), 2. Fam. **Orbitulinidae** (71).

## I. Imperforata (67—69).

1. **Fam. Miliolidae.** Schale porzellanartig weiß, porenlos, kalkig, selten agglutinierend oder chitinös (im Brackwasser). Kammern nur in der Jugend oder allgemein schlauchartig verlängert, unregelmäßig knäuelartig, seltener spiral symmetrisch oder zyklisch aufgerollt. Finden sich hauptsächlich in kalkigen Flachwasserbildungen bis zur Kreide spärlich, später häufig und oft gesteinsbildend.

**Cornuspira** Schtze. (69 *A*). Eine kleine, einfache, ungekammerte, ± symmetrisch spiral aufgerollte Röhre. Perm — Lebend.

Hieran reihen sich 2 Gruppen vielkammeriger Formen, deren Jugendwindungen ± deutlich *Cornuspira*-artig gestaltet sind.

a) Schale symmetrisch spiral oder zyklisch. **Peneroplinae.**

**Orbitulites** Lk. (67). Schale groß, kreis- und scheibenförmig, bikonkav (*B*), im Jugendstadium wie *Cornuspira*, später aus konzentrischen Kammringen (*k*) aufgebaut.

Diese sind durch zahlreiche, radiale Querscheidewände abgeteilt und stehen durch reihenförmige Öffnungen (*p*) miteinander in Verbindung. Ein verwickelter Bau kommt bei manchen Formen dadurch zustande, daß sich über und unter der Hauptkammerlage (*k*) noch zahlreiche Ringe kleinerer Nebenkammern (*k'*) anfügen, die durch große Öffnungen mit der Hauptkammerlage in Verbindung treten (*A* rechts oben).

Vom Lias an bekannt. Nicht selten in Kreide und Tertiär (*O. complanata* Lk.), lebend in den wärmeren Meeren.

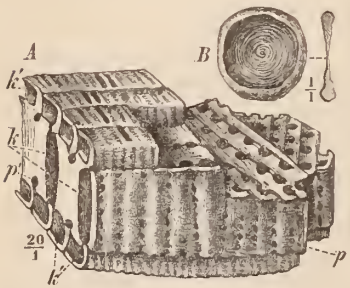



Fig. 67. *Orbitulites*. *A* Schema. Die Vorderfläche stellt die mit reihenförmigen Mündungen (*p*) versehene Außenseite der Schale dar; links Radialschnitt mit den Mittelkammern (*k*), den radialen Scheidewänden (weiß) und den Verbindungsröhren zwischen den Kammern desselben Ringes (*p'*); oben und unten die Ringe der kleinen Nebenkammern (*k'*), die nur mit den Mittelkammern durch weite Öffnungen (rechts oben) kommunizieren. *B O. praecursor* Gmb. Lias. Südtirol. Flächenansicht und Querschnitt.

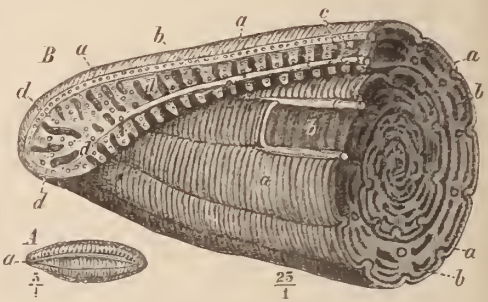



Fig. 68. *A Alveolina Bosci* Dfr. Mitteleocän (Grobkalk). Paris; *a* die Mündungsporen. *B A. Quoii* d'Orb. Lebend. Steinkern, die Sarkode darstellend. Die dunklen Teile bezeichnen die Schale. *d* Septalfläche mit mehreren Reihen kreisrunder Mündungen; *a* Sarkode der äußersten, *b* der inneren Kämmerchen, dazwischen die dunklen Kalkplättchen; *c* die von Sarkode eingenommenen Längsrinnen.

**Alveolina** Bosc. (68). Schale spiral, in der Richtung der Aufrollungsachse verlängert, spindel- bis eiförmig oder fast kuglig. Radial und parallel der Achse gestellte Wände zerlegen die sich umfassenden Umgänge in eine Anzahl von verlängerten Hauptkammern, deren Grenzen auf der Oberfläche als melonenartige Riefen hervortreten. Zahlreiche röhrenförmige Nebenkammern werden durch ⊥ zur Achse laufende Scheidewände innerhalb der Hauptkammern erzeugt. Diesen entsprechen die feinen Spiralrillen auf der Oberfläche (*A*, *Ba*). Bei der lebenden Art *B* wird jede dieser Nebenkammern noch durch Böden in mehrere Stockwerke (*Ba b*) abgeteilt. Zahlreiche Mündungsporen in einer (*Aa*) oder mehreren (*Ba*) Längsreihen.

Kreide — Gegenwart bes. häufig im Tertiär (*Bosci* Dfr. Eocän), gewisse alttertiäre Gesteine ganz erfüllend — *Alveolinenkalke*.

b) Schale aus knäuelförmig in einer oder mehreren Ebenen aufgerollten Kammern bestehend, scheibenförmig — spindelförmig oder fast kuglig. **Miliolinae.** Häufig in Kreide, Tertiär und Gegenwart.

**Miliola** Schtze. (66 *A*; 69 *B—E*), Schale anfangs *Cornuspira*-artig gewunden (69 *A*), später wie die Fäden eines um eine Achse gewickelten Knäuels oben und unten geknickt (66 *A*; 69 *E*) und an den Umbiegungsstellen jeweils durch eine Scheidewand in Kammern geteilt.

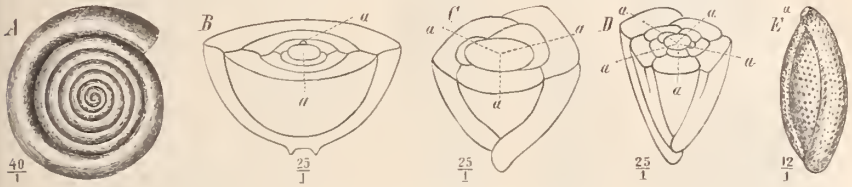



Fig. 69. *A Cornuspira cretacea* Rss. Gault. Braunschweig. *B Biloculina*. *C Triloculina*. *D Quinqueloculina*; *a* die Aufrollungsebenen. *E Quinqueloc. saxorum* d'Orb. Mitteleocän. Paris; *a* Mündung. Die Punkte bedeuten Vertiefungen der Schalenoberfläche, keine Poren.

Bleiben die früheren Umgänge sichtbar und findet die Aufrollung der Schale in einer Ebene statt, so bezeichnet man sie als *Spiroloculina* (66 *A*), verbreitern sich die Kammern seitlich derart, daß sie die früheren Umgänge verhüllen — bei gleicher Art der Aufrollung in einer Ebene (69 *Ba—a*) —, so entsteht *Biloculina* (69 *B*); vollzieht sich die Aufwickelung in 3 oder 5 Ebenen (69 *Ca—a—a*, *Da—a—a—a—a*), so entsteht *Miliolina* [= *Triloculina* (69 *C*) und *Quinqueloculina* (69 *D*, *E*)]. Mündung meist durch eine Platte oder einen Zahn verengt, oft siebartig (69 *E*). Trias — lebend.

Die Miliolen treten häufig und meist gesellig in der Kreide, im Tertiär und in den heutigen Meeren auf. *Quinqueloc. saxorum* d'Orb. (*E*) gesteinsbildend im »Miliolidenkalke« des Pariser Mitteleocäns.

Außer diesen einfachen, kleinen Formen gibt es in der oberen Kreide und im Tertiär auch große, deren Kammern durch Leisten oder Pfeiler in Unterabteilungen zerlegt werden. Sie sind durch eiförmige Gestalt ausgezeichnet. **Lacasina** M.-Ch. im Senon, **Fabularia** Dfr. im Eocän gesteinsbildend.

## II. Agglutinantia.

Schale aus Fremdkörpern aufgebaut, die meist durch ein in Säuren unlösliches Zement (Chitin, Kieselerde etc.) verkittet sind. Unregelmäßig gebaute, oft verzweigte Röhren, und dann meist einkammerig; oder einfach, ± symmetrisch aufgerollt, oder vielkammerig, selten von kompliziertem Bau. Vom Karbon (Silur) an bekannt.

1. **Familie Lituolidae** (70 *A—D*). Einkammerige, kuglige oder knäuelförmige oder vielkammerige, oft spiral aufgerollte Schalen.

**Saccamina** Sars (*A*, *B*). Einzelne (*B*) oder stabförmig aneinander gereihte (*A*) Kammern mit dicker Wand. Mündung einfach, rund. Kohlenkalk und lebend.

**Ammodiscus** Rss. (*C*). Nicht oder unvollkommen gekammerte, knäuelartig gerollte Schalen, oft *Cornuspira*-artig. Karbon — Gegenwart.

**Lituola** Link (*D*). Schale symmetrisch in der Form eines Bischofsstabs aufgerollt. Wenn die Kammern einfach (*Haplophragmium*), auch die Mündung

einfach, wenn Kammern durch Scheidewände unterabgeteilt, Mündung siebförmig. Trias — lebend. *Lit. nautiloidea* Lk. Senon.

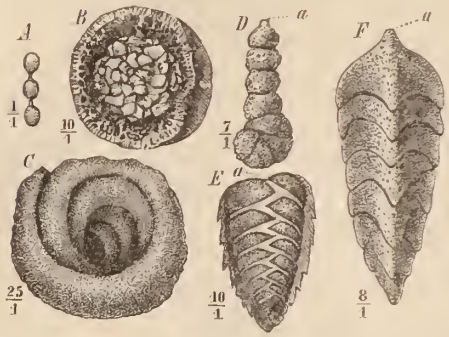



Fig. 70. *A Saccamina Carteri* Brad. Karbon. Northumberland. *B* dieselbe, aufgebrochen, die labyrinthische Schalenstruktur zeigend. *C Ammodiscus gordialis* P. & J. sp. Karbon. England. *D Lituola (Haplophragmium) Humböldti* Rss. Mitteloligocän. Sulz u. d. Wald, Unt. Elsaß. *E Textularia carinata* d'Orb. Miocän, Wien. *F Clavulina Szabói* Hantk. Unteroligocän, Ungarn. *a* Mündung.

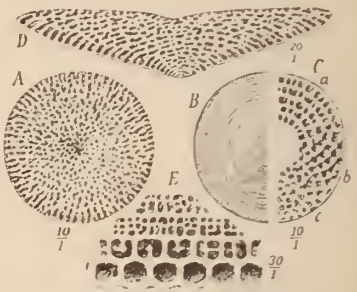



Fig. 71. *Orbitulina lenticularis* Blb. sp. Aptien. Perte du Rhône. *A* Schale von oben. *B* Dieselbe von unten; konzentrisch gestreifte Deckhaut erhalten. *C* Unterseite nach Entfernung der Deckhaut; *a* die Ringe rechteckiger Kammern, *b*, *c* diese tiefer im Innern zeigend. *D* Querschnitt, zeigt konzentrisch-lagenförmigen Aufbau und den unregelmäßigen Verlauf der Kammern im Innern. *E* Die netzartigen sekundären Kammerwände dicht unter der Deckhaut, nach innen (*i*) zu verschwindend.

**Fam. Orbitulinidae.** Schale schüssel- bis tellerförmig, aus konzentrischen Kammerringen gebildet. Kreide und Tertiär.

**Orbitulina** Lk. (71). Kreisel-, schüssel- oder tellerförmige Schälchen von 2—20 mm Durchmesser. Die ± konvexe Unterseite mit einer dichten, konzentrisch gestreiften, kieseligen Deckhaut überkleidet (*B*). Unter derselben konzentrische Ringe rechteckiger Kammern sichtbar (*Ca*), die nach innen zu dreieckig (*b*), schließlich unregelmäßig wurmförmig (*Cc*, *D*) werden und in der Achsengegend zu einem geschlossen labyrinthischen Gewebe verschmelzen. Unmittelbar unter der Deckhaut ein feines Netzwerk von sekundären Scheidewänden (*E*), die sich nicht tief nach innen (*i*) fortsetzen. Oberseite (*D*) mit gewundenen, außen deutlich radial gestellten Furchen verziert, die den Verlauf der Kammern bezeichnen.

Tritt häufig gesteinsbildend in der unteren und oberen Kreide Europas und Amerikas auf. *O. lenticularis* Blb. sp. Aptien, *O. concava* Lk. Cenoman.

## III. Perforata.

1. **Fam. Textularidae** (70 *E*, *F*). Kalkige, feinporöse oder agglutinierende, grobporöse Schalen. Kammern in 2 oder 3 abwechselnden Reihen angeordnet: Aufbau oft mit dem Wachstum wechselnd. Mündung seiten- oder endständig. Karbon — Gegenwart.

**Textularia** Dfr. (70 *E*). Kammern zweizeilig alternierend, meist breiter als hoch. Mündung (*a*) eine seitliche Spalte an der Innenseite der Kammer.

Wenn kalkig, klein und feinporös, wenn agglutinierend, meist groß und grobporös — *Plecanium* Rss. Oft ist die innere Lage der Kammerwand kalkig, die äußere agglutinierend. Karbon — recent. *T. globifera* Ehrb. häufig in der Kreide, *T. carinata* d'Orb (70). Tertiär und lebend.

**Clavulina** d'Orb. (70). Agglutinierend; in der Jugend zweizeilig, später einzeilig gebaut. Mündung (*a*) endständig. Tertiär und lebend. *Cl. Szabói* Htk. (*F*). Große Art des Oligocäns.

**2. Fam. Lagenidae** (72, 73). Schale stets kalkig, feinporös, aus kugligen oder abgeplatteten Kammern aufgebaut. Letztere einzeln, oder zu mehreren aneinander gereiht, eine stabförmige, spiral gerollte oder aus unregelmäßig zusammengehäuften Kammern bestehende Schale bildend. Mündung bei den spiral gebauten Schalen an der Konvexseite. Kanalsystem fehlt in dieser formenreichsten Familie.

**Lagena** Walk. (72 *A*). Schale aus einer einzigen, meist verzierten, kugligen oder schwach abgeplatteten Kammer bestehend. Mündung endständig, zentral, oft in eine halsartige Röhre ausgezogen. Silur — lebend, besonders häufig im Tertiär.

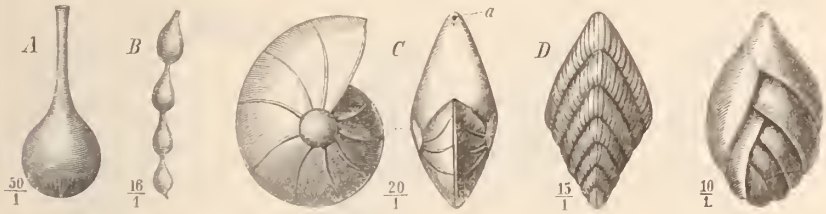



Fig. 72. *A Lagena semistriata* Will. Mitteloligocän. Hermsdorf b. Berlin. *B Nodosaria (Dent.) guttifera* d'Orb. Miocän. Wien. *C Cristellaria rotulata* Lmk. Gault. Braunschweig; *a* Mündung. *D Frondicularia concinna* Koch. Neocom. Hils.




Fig. 73. *Polymorphina anceps* Phil. Norddeutsches Oligocän.

**Nodosaria** Lmk. (72 *B*). Kuglige oder halsartig verlängerte, oft skulptierte Kammern sind zu einer geraden (*Nodosaria*), oder gebogenen (*Dentalina*), stabförmigen Schale aneinander gereiht. Mündung endständig. Karbon — lebend. Viele Arten in Jura, Kreide und Tertiär. *N. raphanus* L. Tertiär und lebend.

**Frondicularia** Dfr. (72 *D*). Schale abgeplattet, von linearem oder rhombischem Umriß, aus winkelig gebrochenen, reitenden, in gerader Linie übereinander gereihten Kammern bestehend. Mündung endständig, zentral. Trias — lebend.

**Cristellaria** Lmk. (72 *C*). Gehäuse platt oder bikonvex. Entweder nur die ersten oder alle Kammern zu einer symmetrischen Spirale aufgerollt. Kammerscheidewände vertieft oder leistenförmig hervortretend. Nabel zuweilen von einer Scheibe verdeckt. Mündung rund oder spaltförmig, an der Außenseite der Septalfläche gelegen (*a*). Lias — lebend, sehr häufig.

*Cr. rotulata* Lmk. (*C*). Lias — lebend, sehr häufig in der Kreide.

**Polymorphina** Will. (73). Kammern undeutlich spiral oder zweizeilig oder unregelmäßig aneinander gehäuft. Schale kuglig oder abgeplattet. Mündung rund, an der Spitze des Gehäuses. Trias — lebend.

3. **Fam. Globigerinidae** (74). Schale kalkig, grobporös (74), Kammern wenig zahlreich, ± kuglig, undeutlich spiral, in verschiedenen Ebenen locker aneinander gereiht. Kanalsystem fehlt. Trias — recent; häufig von der Kreide an.

**Globigerina** d'Orb. (74). Kleine Schalen mit konkaver Unter- (*A*) und konvexer Oberseite (*B*) und kugligen Kammern. Bei schwebender Lebensweise ist die Schale mit zahlreichen langen, aber sehr feinen Kalkstacheln zwischen den groben Poren besetzt. Wenn auf dem Boden lebend, dickschalig und groß, wenn pelagisch, dünnschalig. Im letzteren Falle bildet sich häufig um die Schale eine große kuglige Kammer mit wenigen, sehr groben Durchbohrungen zwischen den Poren — **Orbulina** d'Orb. Die Spiralschale wird später resorbiert.

Der sog. Globigerinen-Schlamm, welcher in den größeren Tiefen der Ozeane (bis zu 4000 m Tiefe) vielfach angetroffen wird, besteht z. gr. T. aus abgestorbenen Schalen von *Globigerina*, *Orbulina* und *Pulvinulina*. Vom Jura an kennt man mehrfach Kalksteine, an deren Zusammensetzung sich die *Globigerinen* in größerem oder geringerem Maßstabe beteiligen.

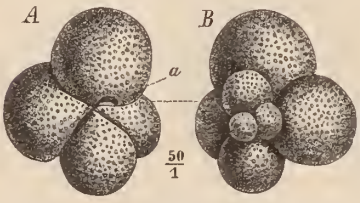



Fig. 74. *Globigerina bulloides* d'Orb. Miocän. Wien. *A* von der Unterseite; *a* Mündung. *B* von der Oberseite.

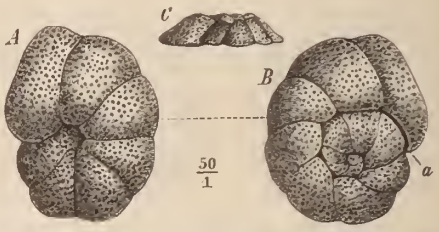



Fig. 75. *Truncatulina lobatula* Walk. sp. Miocän. Wien *A* von der Oberseite. *B* von der Unterseite; *a* die spaltförmige Mündung. *C* von der Seite.

4. **Fam. Rotalidae** (75—79). Die kalkige, fein- oder grobporöse Schale ist meist regelmäßig nach Art eines Schneckenhauses gewunden und in ± zahlreiche meist abgeplattete Kammern geteilt. Auf der einen Seite der Schale sind gewöhnlich alle Umgänge sichtbar, auf der andern nur der letzte (75). Kanalsystem zuweilen entwickelt. Karbon — lebend.

A. Schale grobporös (65, 66 *C*, 75, 76).

**Truncatulina** d'Orb. (65, 75). Auf der gewölbten Oberseite nur die Kammern des letzten Umganges (*A*), auf der flachen Unter- (oder Spiral-) Seite die aller Umgänge sichtbar (*B*). Kammerscheidewände meist vertieft. Mündung (*Ba*) spaltförmig, auf der Unterseite oder am Innenrande der letzten Scheidewand gelegen. Karbon — lebend.

*Tr. ammonoides* Reuss sp. Sehr häufig in der Kreide, tertiär und lebend.

**Calcarina** d'Orb. (66 *C*, 76). Von *Truncatulina* durch reichlich entwickeltes Zwischenskelett unterschieden, welches der Oberfläche ein warziges und

stacheliges Aussehen verleiht (76). Grobe Kanäle (66 *C ab*) durchziehen das Zwischenskelett.

*C. Spengleri* Lin. sp. (67, 76). Oberste Kreide, tertiär und lebend.

## B. Schale feinporös (66 *Ba*, 77, 78).

**Pulvinulina** Will. (77). Schale beiderseits gewölbt, aber unsymmetrisch, feinporös, ohne Kanalsystem. Mündung auf der Septalfläche (*Ca*); Trias — Jetztzeit. In Kreide, Tertiär und Gegenwart häufig.

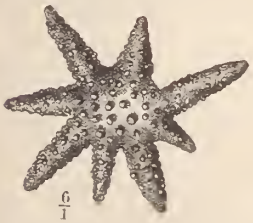


Fig. 76. *Calcarina Spengleri* Lin. sp. (= *calcitrapoides* Lk.). Oberste Kreide (Danien). Mastricht.

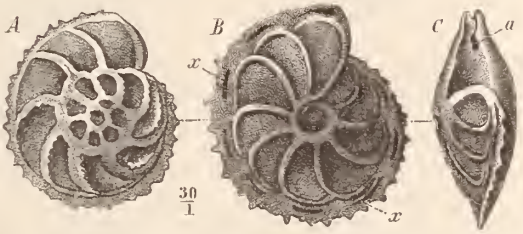



Fig. 77. *Pulvinulina spinulifera* Rss. Oberer Gault. Folkestone. England. *A* Spiralseite. *B* Nabelseite; *x* randliche Mündungen. *C* Vorderansicht; *a* septale Mündung.

**Rotalia** Lmk. (66 *B*). Von *Pulvinulina* durch ein wohl entwickeltes Kanalsystem unterschieden, welches in den Scheidewänden als einfacher, gegen die Schalenoberfläche hin sich verzweigender Strang verläuft (66 *Bb*). Vom Jura an, hauptsächlich im Tertiär und in den heutigen Meeren.

*Rot. Beccari* Lin. sp. Oberer Jura — lebend.

**Amphistegina** d'Orb. (78). Schale nur schwach unsymmetrisch, aber derart vollständig eingerollt, daß beiderseits nur der letzte Umgang sichtbar. Auf der stärker gewölbten Oberseite (*B*) verlaufen die einfachen Kammerscheidewände anfangs nach vorn, dann geknickt nach hinten, auf der Unterseite (*A*) erscheinen sie durch Bildung von Sekundärkammern nach dem Schalenrande zu geteilt. Von der kugligen Embryonalkammer gehen verkehrt kegelförmige Zapfen aus undurchbohrter Schalenmasse beiderseits in der Richtung der Aufrollungsachse bis an die Oberfläche (*Cb*) und bilden dort einen zentralen Knopf. Mündung (*Ca*) in der Nähe der Mittellinie auf der Unterseite an einem Septalrande gelegen. Karbon und Ob. Kreide selten, häufig im Tertiär, lebend in den tropischen Meeren.

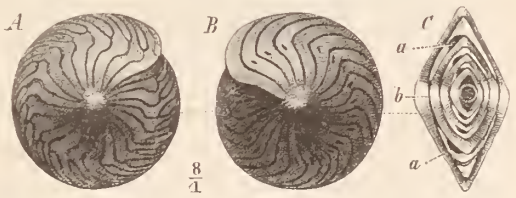



Fig. 78. *Amphistegina Lessoni* d'Orb. (= *A. Haueri* d'Orb.). Miocän (Leithakalk). Wien. *A* Ansicht der Unterseite. *B* Ansicht der Oberseite. *C* Querschnitt; *a* Mündung; *b* Zapfen undurchbohrter Schalenmasse.

*A. Lessonii* d'Orb. (78). Eocän — lebend, sehr häufig im miocänen Leithakalk des Wiener Beckens (= *A. Haueri* d'Orb.).

5. **Fam. Fusulinidae** (79). Schale kuglig bis spindelförmig, aus niedrigen, symmetrisch spiral gerollten, sich vollständig umfassenden Umgängen bestehend. Wand fein- bis grobporös (*C*); Scheidewände porenlos (*Cs*), eben oder gefaltet, auf der Oberfläche durch Längsfurchen angedeutet (*E—G*). Kein Kanalsystem. Mündung ein Spalt oder eine Reihe von Löchern (*Ga*) am Innenrande der Septalfläche. Nur Karbon und Perm.

**Fusulina** Fisch. (79). Schale entweder ± spindelförmig (*A*) bis zylindrisch und dann zumeist mit stark gefalteten Scheidewänden (*Bf*, *Cs*), wodurch unvollständige Sekundärkammern entstehen (*Fusulina*); oder eiförmig bis kuglig (*D*, *E*, *F*), mit ebenen (*G*) oder nur schwach hin und her gebogenen Scheidewänden (*Schwagerina*). Bei letzterer auf dem Grunde der Kammern ein ± stark entwickeltes System spiraler Basalkämme (*G sp*), wodurch unvollkommene Sekundärkammern (*sk*) entstehen (*Doliolina*).

Die bis 2 cm großen Schalen setzen im Oberen Karbon und Unteren Perm mächtige Kalksteinlager fast ausschließlich zusammen (*Fusulinenkalk* = Oberkarbon, *Schwagerinenkalk* = Oberstes Oberkarbon, *Doliolinenkalk* = Perm). Südeuropa, Rußland, Ostasien, Sundagebiet, N. und S.-Amerika.

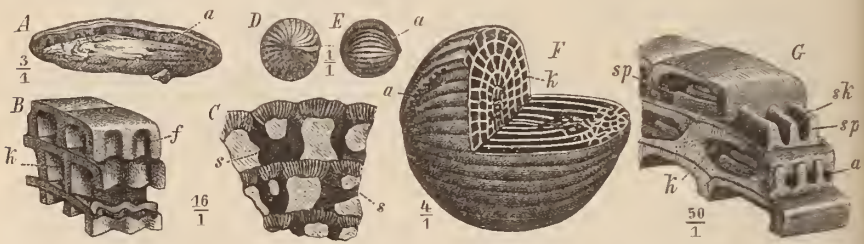



Fig. 79. *A—C Fusulina*. *A F. cylindrica* Fisch. Karbon, Rußland. *B F. japonica* Gümb. Karbon, Japan; Schema. *C* dieselbe im Querschliff. *D—F Schwagerina princeps* Ehrb. sp. Karbon, Japan. *D* von der Seite, *E* von vorn; *F* dieselbe aufgeschnitten. *G Doliolina lepida* Schwag.; Schema; *a* Mündungsporen; *k* Hauptkammern; *s* Scheidewände (porenlos); *f* Falten derselben; *sp* Längskämme auf dem Boden der Kammern, unvollkommene Sekundärkammern (*sk*) erzeugend.

6. **Fam. Nummulinidae** (80—86). Die Familie umfaßt symmetrisch spiral oder zyklisch gebaute Formen mit ± verwickeltem Kanalsystem. Schalen oft sehr groß und aus zahlreichen Kammern bestehend. In älteren Formationen vereinzelt, in Kreide, namentlich im Tertiär sehr häufig und vielfach gesteinsbildend. Lebend weniger reichlich.

**Polystomella** d'Orb. (80). Kleine, linsenförmige, stark eingerollte Schalen mit zahlreichen, außen nach rückwärts gebogenen, reitenden Kammern. Eine netzförmige Zeichnung der Oberfläche wird durch zahlreiche, rückwärts gerichtete, blindsackartige Ausstülpungen der Kammern hervorgerufen. Nabelhöhlung durch eine doppeltkegelförmige, von groben Kanälen durchzogene Zwischenkalkmasse gefüllt, die als Scheibe auf der Oberfläche hervortritt (*A*). Das Kanalsystem besteht aus einem jederseits um die Nabelscheibe verlaufenden Spiralkanal (*Ba*). Von diesem gehen reifenartig den Scheidewandlinien folgende Meridionalkanäle ab, die die 2 Spiralkanäle

verbinden (*Bb*). Die Meridionalkanäle entsenden Abzweigungen in die Scheidewände und kurze Äste nach vorn und hinten (*Bb*). Vielleicht schon im Jura, häufig tertiär und lebend.

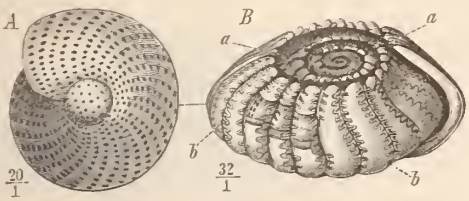



Fig. 80. *A Polystomella crispa* Lmk. Miocän. Wien; von der Seite. *B* Steinkern von *Polyst. craticulata* F. & M. sp.: *a* Spiralkanal, von dem sich Meridionalkanäle mit kurzen Ästen (*b*) in die Scheidewände abzweigen.

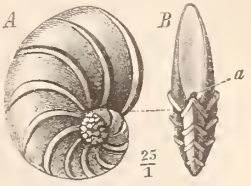



Fig. 81. *Operculina cretacea* Reuss. Oberste Kreide (Danien). Mastricht. *A* von der Seite. *B* von vorn. *a* Mündung.

**Operculina** d'Orb. (81, 82). Schale flach, bis mehrere mm groß. Die wenigen Umgänge rasch anwachsend, alle äußerlich sichtbar, der letzte sehr hoch (81). Mündung ein Spalt am Innenrande der Septalfläche (81 *Ba*). In der Medianebene befindet sich unter dem Außenrande der Schale ein Strang undurchbohrter Kalksubstanz (Dorsalstrang), in welchem ein verzweigtes Kanalsystem verläuft (82 *a*). Daneben zwei spirale Kanäle (*c*), von welchen aus sich verästelte Gefäße in die Scheidewände verzweigen (*d*). Scheidewände perforiert (punktierte Fläche in Figur 82), wo sie der Schalenwand eingekeilt, aber zum Teil dicht (*s*). Obere Kreide, Tertiär und lebend.

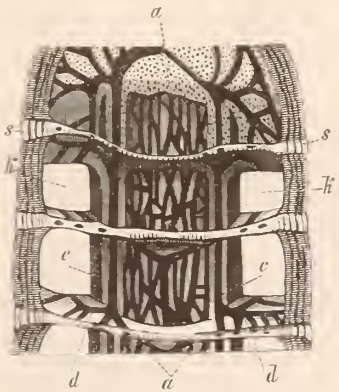



Fig. 82. Kanalsystem von *Operculina*. Schale von der Rückenseite angeschnitten. *k* Kammerhöhlungen. *s* Kammerscheidewände. *a* Dorsalstrang. *c* Spiralkanäle, die Ausläufer (*d*) in die Scheidewände senden.

*Op. ammonea* Leym. Eocän. Europa. Indien.

**Nummulites** Lmk. (83, 84). Die Nummuliten sind sehr große, bis 6 cm im Durchmesser haltende, münzenförmige (daher der Name) oder linsenförmige Foraminiferen, die dasselbe Kanalsystem besitzen, wie *Operculina*, aber sich durch verschiedenes Wachstum davon unterscheiden. Sie zerfallen in zwei Untergattungen:

**Assilina** d'Orb. (84 *A*, *B*). Umgänge niedrig und langsam anwachsend, alle von außen sichtbar (*B*). Schale fast ganz flach, nur gegen die Mitte zu durch aufgelagerte Kalksubstanz etwas verdickt (*A*). Kammern einfach, nicht seitlich verlängert (*A*). Pfeiler von undurchbohrter Kalksubstanz wie bei *Nummulina* (*Ipf*).

Häufig im Mittl. Eocän *Ass. spira* d. Roiss., *exponens* Sow. 84 *A, B*, *Ass. mamillata* d'Arch.

**Nummulina** d'Orb. (83, 84 *C—L*). Die Kammerhöhlungen von *Nummulina* beschränken sich nicht, wie bei *Assilina*, auf den medianen Teil der Schale, sondern sie reiten und greifen bis zum Zentrum der Schale flügelartig über; deshalb verhüllt der letzte Umgang alle früheren (84 *C, G*). Die erste Kammer ist entweder sehr klein oder sehr groß. Die zahlreichen, niedrigen, in eine große Zahl von Kammern abgeteilten Umgänge nehmen nur sehr langsam oder gar nicht an Höhe zu (83, 84 *G, H*).

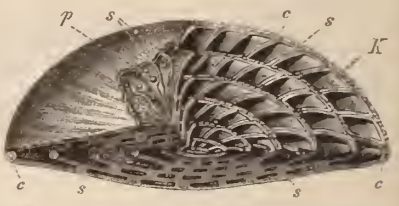



Fig. 83. Eine der Länge und Quere nach aufgeschnittene *Nummulina*. *K* mediane Kammerlage. *s* Scheidewände. *c* Dorsalstrang in die Septa (*s*) fortsetzend. *p* Pfeiler von dichter Kalksubstanz.

Die Verlängerungen der Scheidewände auf den Seitenflächen verlaufen entweder fast gerade oder schwächer oder stärker gebogen (84 *C sv*; *F sv*: 83 *s*, mitunter verschmelzen sie miteinander zu einem Netzwerk (*L sv*. Durch die Schale setzen in radialer Richtung oft Pfeiler aus undurchbohrter Zwischensubstanz 84 *I pf*: 83 *p*), die zwischen (83 *p*; 84 *L pf*) oder auf den Septalverlängerungen

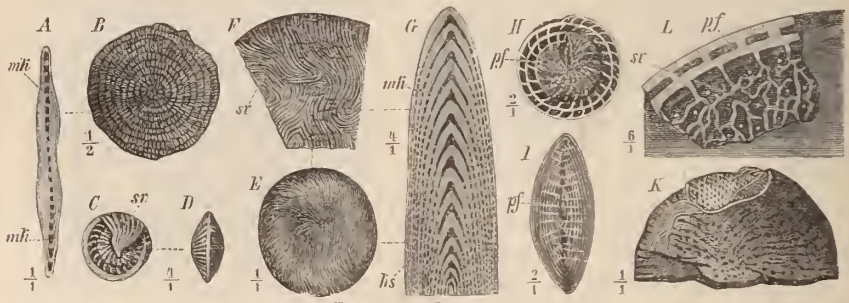



Fig. 84. *A—B Assilina exponens* Sow. Eocän. *A* Querschnitt; *mk* Kammerhöhlungen. *B* Schale von außen, alle Umgänge zeigend. — *C—D Nummulina variolaria* Sow. Obereocän. Paris. *C* Schale von außen, z. T. aufgebrochen, um die inneren Umgänge zu zeigen; *sv* Septalverlängerungen, schwach gebogen. *D* Frontansicht. — *E—G N. Gizehensis* Ehr. M. Eocän. Libysche Wüste. *E* ein kleines Exemplar von der Seite. *F* ein Stück der abgeriebenen Oberfläche, die stark gewundenen Septalverlängerungen (*sv*) zeigend. *G* Querschnitt; *mk* mediane, *ks* seitliche Kammerräume. — *H—I N. perforata* E. & H. Mitteleocän. Vicentin. *H* Schale z. T. aufgebrochen, die letzten Umgänge und die den Septen aufgesetzten Pfeiler (*pf*) zeigend. — *K—L N. laevigata* Lk. Mitteleocän. Paris. Schale z. T. aufgebrochen, die netzförmigen Septalverlängerungen (*sv*) und die Pfeiler zwischen ihnen (*pf*) zeigend.

(84 *H pf*) stehen können. Auf der Oberfläche treten dieselben als Wärzchen oder Körner hervor. Die zahlreichen Arten gruppieren sich wie folgt:

**I. Simplices.** Septalverlängerungen einfach, gerade oder gewunden, aber nicht netzartig (84 *C, F, H*).

A. Ohne Pfeiler (Oberfläche nicht gekörnelt) (84 *C*):

*N. complanata* Lk., *distans* Desh., *planulata* d'Orb., *Gizehensis* Ehrb. (84 *E—G*);

*N. variolaria* Sow. (84 *D*).

B. Mit Pfeilern (Oberfläche gekörnelt (84 *H*):
*N. perforata* E. H. (*H—I*).

**II. Reticulatae.** Septalverlängerungen verschlungen und miteinander netzartig verschmelzend (84 *L*).

A. Ohne Pfeiler:
*N. intermedia* d'Arch. *N. Fichteli* Mich.

B. Mit Pfeilern (84 *L*):
*N. laevigata* (84 *K—L*).

Die ältesten Nummuliten kennt man aus dem Unterkarbon (*N. pristina* Brad.), zweifelhafte Reste aus dem Jura. Im Eogen (Untereocän — Unteroligocän) erreichen sie ihre Maximalentwicklung. Lebend 1 Art. Im älteren Tertiär setzen sie mächtige Schichtenkomplexe fast ausschließlich zusammen (Nummulitenkalke), besonders in Südeuropa, Kl.-Asien, N.-Afrika, Indien und im S. der Vereinigten Staaten. Es lassen sich 3 Haupthorizonte im älteren Tertiär nach dem Vorkommen von Nummuliten unterscheiden, nämlich:

Unteroligocän: *N. intermedia* d'Arch., *Fichteli* Mich., *Boucheri* d. l. H.
Ober- und Mitteleocän: *Assilina spira* d. Rois., *exponens* Sow., *N. perforata* d'Orb., *complanata* Lk., *striata* d'Orb., *laevigata* Lk., *Lucasana* Dfr.
Untereocän: *N. planulata* d'Orb., *elegans* Sow.

**Orbitoides** d'Orb. (85, 86). Kreisrunde oder sternförmige (86 *A—E*), linsenförmige oder platte Gehäuse bis 4 cm im Durchmesser. Nur die ersten Hauptkammern spiral, die späteren zyklisch angeordnet.

Im Querschnitte hebt sich eine mittlere Haupt-)Kammerschicht (85 *mk*; 86 *G m*) durch die Größe der Kammern scharf von den oberen und unteren Lagen von Sekundärkammern (85 *o*; 86 *G o*) ab. Die Hauptkammern erscheinen im Längsschnitt rechteckig 86 *Ik*) oder gerundet (86 *Kk*), im Querschnitt rechteckig (85 *mk*) bis sichelförmig (86 *G m*). Die zahlreichen, durch radiale Scheidewände getrennten Kammern desselben Zyklus stehen nicht miteinander, wohl aber mit den alternierend dazu gestellten Kammern des nächstanliegenden Zyklus durch paarige Röhren (85 *v*; 86 *Jc*) in Verbindung. Sowohl oberhalb als unterhalb der medianen Kammerlage verläuft ein Kanalsystem in den zyklischen Scheidewänden, welches auch die radialen Scheidewände durchsetzt (85 *c*).

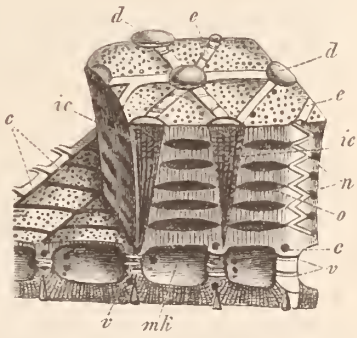



Fig. 85. Modell von *Orbitoides*, in verschiedenen Ebenen angeschnitten. Die vordere Fläche ist Radialebene. *mk* mittlere (Haupt-) Kammerreihe. *v* paarige Verbindungsröhren zwischen 2 aufeinander folgenden Zyklen. *o* kleinere Sekundärkammern. *n* auf- und absteigende Verbindungsröhren zwischen denselben; *d* Warzen der Oberfläche, die Endigungen der verkehrt konischen Pfeiler (Zwischenskelett) mit darin verlaufendem Interkanalsystem (*ic*); *e* Platten von Zwischenskelettsubstanz, welche die Pfeiler miteinander verbinden; *c* Kanalsystem in den zyklischen und in den radialen Kammerscheidewänden verlaufend.

Die linsenförmigen, etwas unregelmäßigen Sekundärkammern (85 *o*) kommunizieren durch schräge, auf- und absteigende Röhren miteinander (*n*). Diese

Sekundärkammerlagen werden von aufrechten, verkehrt konischen Pfeilern aus undurchbohrter Kalksubstanz (Zwischenskelett *ic*) durchsetzt; in den Pfeilern verläuft ein grobes Interkanalsystem. Auf der Oberfläche erscheinen die Pfeiler als Warzen (85 *d*, 86 *C*, *D*, *E*, *F d*). Sie werden durch radiale Platten aus undurchbohrter Kalksubstanz verbunden (85 *c*), in denen die schrägen Verbindungsröhren der Sekundärkammern verlaufen (*n*).

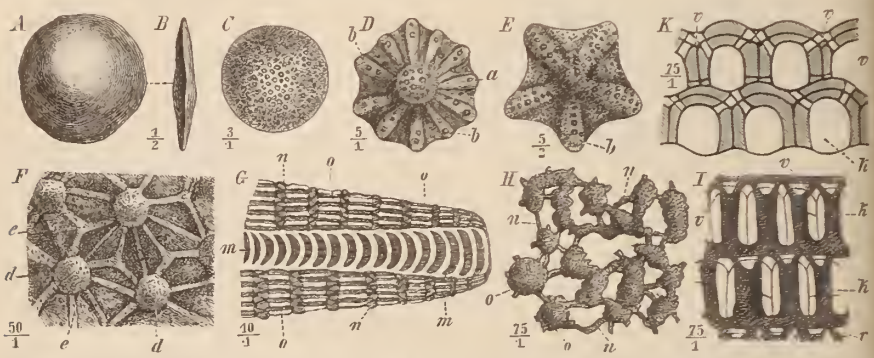



Fig. 86. *A—B Orbitoides papyracea* Boub. Mitteleocän. Kressenberg, bayer. Alpen. *C O. nummulitica* Gümb. Obereocän. Ebendaher. *D O. radians* d'Arch. sp. Mitteleocän. Ebendaher. *E O. stellata* d'Arch. Obereocän. Priabona, Vicentin. *F O. papyracea* Boub. Vergrößerte Oberfläche. *G O. multiplicata* Gümb. Eocän. Mte. Spilecco, Vicentin. Querschnitt. *H O. papyracea* Boub. Ausfüllung der linsenförmigen Sekundärkammern (*o*) und ihre Verbindungskanäle (*n*). *I* Dieselbe. Längsschnitt durch die mediane Kammerlage (Kammerhöhlungen dunkel). *K O. Mantelli* Sow. Unteroligocän. Cutsch. Ostindien. Längsschnitt durch die mediane Kammerlage. *a* Zentraler Knopf; *b* Radien; *d* Pfeiler; *e* die sie verbindenden Vertikallamellen; *m* Mittelkammerlage; *k* Mittelkammern; *o* Sekundärkammern; *n* Verbindungskanäle zwischen diesen; *v* paarige Verbindungsröhren zwischen benachbarten Ringen.

Von der obersten Kreide bis ins Miocän reichend, besonders häufig vom Mitteleocän bis ins Unteroligocän in Gesellschaft der Nummuliten weit verbreitet.

Die wichtigsten Arten gruppieren sich wie folgt:

a) Mittelkammern im Längsschnitt rhombisch. [*Orbitoides* ss.] *O. media* d'Arch. Oberste Kreide.

b) Mittelkammern parallelopipedisch (*Jk*). [*Orthophragmina.*] *O. papyracea* Boub. (86 *A*, *B*, *F*, *H*, *I*). Mitteleocän. *O. nummulitica* Gümb. (*C*), *stellata* d'Arch. sp. (*E*), *radians* d'Arch. sp. (*D*). Obereocän — Unteroligocän.

c) Mittelkammer gerundet oder sechsseitig (*Kk*). [*Lepidocyclina.*] *O. Mantelli* Sow. Ob. Oligocän — Unter-Miocän.

## Vorkommen und geologische Verbreitung der Foraminiferen.

Trotz der geringen Größe ihrer Schalen kommt den Foraminiferen eine hohe geologische Bedeutung zu, da sie zumeist in außerordentlich großer Individuenzahl auftreten. So bilden die an der Oberfläche der Weltmeere lebenden Formen, wie *Globigerina*, *Orbulina*, *Pullenia*, mächtige und weit ausgedehnte Absätze in den größeren Meerestiefen, wo ihre abgestorbenen Schalen zusammen mit *Coccolithen* und *Radiolarien* den sog. weißen oder

*Globigerinen*schlamm erzeugen. Die meisten, namentlich die größeren Formen, wie *Operculina*, *Amphistegina*, *Rotalia*, *Cristellaria* etc., leben in geringen Meerestiefen in Küstennähe und tragen dort zur Sedimentbildung bei. Auch aus früheren Erdperioden kennen wir derartige, fast ausschließlich aus Foraminiferenschalen gebildete Absätze, wie die *Fusulinen*kalke des Karbons und Perms, die *Orbitulinen*kalke der Kreide, die *Milioliden*kalke der oberen Kreide und des Tertiärs, die *Alveolinen-* *Nummuliten-* und *Orbitoiden*kalke des Eocäns und Unteroligocäns, die *Amphisteginen*kalke des älteren Neogens usw.

Nur ausnahmsweise lassen sich die Foraminiferen für die Altersbestimmung der Schichten verwerten, da die meisten sich wenig oder gar nicht verändert durch lange Zeiträume erhielten. So gehen viele Arten von *Lagena*, *Nodosaria*, *Cristellaria*, *Rotalia* etc. unverändert oder mit kaum merklichen Abänderungen durch mehrere Formationen hindurch.

In Kambrium, Silur und Devon konnten bisher nur sehr spärliche Reste von Foraminiferen entdeckt werden. Im Karbon tritt uns die erste reiche, z. T. aus ausgestorbenen Gattungen (*Fusulina*, *Schwagerina* u. a.) bestehende Fauna entgegen. Von den ca. 30 Gattungen jener Zeit leben noch die meisten, wie *Lagena*, *Lituola*, *Textularia*, *Truncatulina*, *Amphistegina* etc. In der Trias-, noch mehr aber in der Jura- und Kreideformation gelangen die einfach gebauten perforierten Foraminiferen (*Lageniden* und *Rotaliden*) und die *Agglutinantia* zu ausgedehnter Entwicklung, während die *Milioliden* und die komplizierter gebauten Formen sich erst relativ spärlich finden. Letztere sehen wir erst in der oberen Kreide und im Tertiär, namentlich im Eocän in gigantischen und zahlreichen Formen sich entfalten (*Operculina*, *Nummulites*, *Orbitoides*, *Alveolina* u. a.). Nur eine geringe Anzahl von Gattungen ist überhaupt verschwunden (*Fusulina*, *Orbitoides*, *Orbitulina*) oder dem Verschwinden nahe (*Nummulites*).

## 2. Ordnung: Radiolaria (87—92).

Die Radiolarien sind mikroskopisch kleine, selten mehrere mm große Meerestiere, meist mit einem zierlichen Kieselskelett ausgerüstet. Die Zelle wird durch eine häutige, chitinartige Membran in zwei Teile gesondert, die sog. Zentralkapsel und das umhüllende Kalymna. Durch Öffnungen in der Membran der Zentralkapsel stehen beide Teile miteinander in Verbindung. Die Öffnungen sind entweder sehr zahlreich und fein (und dann auf die ganze Kapsel verteilt oder auf einen bestimmten Teil derselben beschränkt), oder sie sind groß und wenig zahlreich. Die extrakapsuläre Partie besteht aus einer gelatineartigen Masse, die von netzartig verzweigten Protoplasmafäden durchzogen wird; diese entsenden die fadenförmigen Pseudopodien.

Die Kieselskelette sind sehr mannigfaltig gestaltet und zierlich gebaut, aber nie innerhalb der Zentralkapsel gelegen. Sie bestehen entweder aus isolierten Nadeln oder Stäbchen, oder aus einer zusammenhängenden Gitterschale von kugliger, eiförmiger, mützenförmiger oder platter Gestalt und sind oft mit Stacheln verziert (88). Eine naturgemäße Klassifikation

nach den Skeletten allein ist nicht durchführbar, doch erfolgt die Abgrenzung der Familien, Gattungen und Arten fast ausschließlich nach dem Skelett.

Die *Radiolarien* leben gesellig, z. T. an der Oberfläche, z. T. in bedeutenden Meerestiefen. An gewissen Stellen des pazifischen Ozeans (zwischen den Philippinen und Marquesas-Inseln) besteht der Meeresboden in sehr großen Tiefen fast ausschließlich aus einer Anhäufung von Radiolarienschalen (*Radiolarienschlamm*).

**Unterordnungen der Radiolaria:**

Skelett aus Akanthin bestehend. Fossil unbekannt. **I. Acantharia.**

Skelett kieselig, Membran der Zentral-Kapsel:

- überall von feinen Poren durchbrochen. Gitterschale kuglig oder plattgedrückt, homaxon, d. h. nach allen Richtungen oder doch oben und unten symmetrisch (87—90) **II. Spumellaria.**
- mit einem einzigen Felde feiner Poren am Oralpol der Hauptachse. Gitterschale mützenförmig oder verlängert, monaxon, d. h. an den beiden Polen der Längsachse verschieden (91 *A*, 92). **III. Nassellaria.**
- mit einer einzigen oder wenigen größeren Öffnungen. Gitterschale sehr verschieden gestaltet, Fossil selten. (91 *B*). **IV. Phaeodaria.**

Für den Paläontologen kommen fast nur die beiden Unterordnungen der *Spumellaria* und *Nasellaria* in Betracht. Die Skelette der ersteren sind, um kristallographisch zu reden, regulär oder homomorph nach der Hauptachse, die der letzteren hemimorph. Fossile *Phaeodaria* scheinen sehr selten zu sein.

## I. Spumellaria.

Zwei Familien sind fossil häufig:

Skelett kuglig oder eiförmig, aus einer oder mehreren konzentrischen Gitterschalen bestehend (87, 88). **1. Fam. Sphaeridae.**

Skelett platt, scheiben- oder stabförmig mit kleiner innerer Gitterkugel (89, 90). **2. Fam. Discidae.**

**1. Fam. Sphaeridae** (87, 88). Das Skelett besteht aus einer einfachen oder aus mehreren ineinander geschachtelten Gitterschalen. Stacheln häufig vorhanden. Vertreter dieser Familie kennt man schon aus paläozoischen Schichten. In Jura und Kreide häufig, lebend in fast 100 Gattungen vertreten.

Fig. 87. *Coenosphaera radiata* Zitt. Oberes Senon. Vordorf bei Braunschweig. Schale vorn aufgebrochen. $\frac{3}{1}\frac{0}{0}$

**Coenosphaera** Ehrb. (87). Eine einfache Gitterkugel mit runden, verschieden großen, groben Löchern. Die Schale oft mit kurzen Dornen oder Höckerchen, aber nie mit Stacheln verziert. Häufig vom Jura bis zur Gegenwart.

*C. gregaria* Rüst. Alpiner und außeralpiner Jura.

**Staurolonche** Haeck. (88). Skelett aus zwei ineinander geschachtelten Gitterkugeln zusammengesetzt, die durch radiale Balken verbunden werden.

Letztere verlängern sich über die Oberfläche der äußeren Kugel zu langen Stacheln. Nicht selten im Jura. Lebend.

*St. robusta* Rüst. (88). Im alpinen und außeralpinen Jura.

Fig. 88. *Staurolonche robusta* Rüst. Oberer Malm (Aptychus-Schiefer). Urschlau, Salzkammergut. Die löcherige Struktur der Schale ist zerstört.

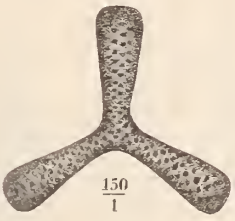



Fig. 89. *Rhopalastrum nudum* Rüst. Aus einem oberjurassischen Hornstein der Schweiz.

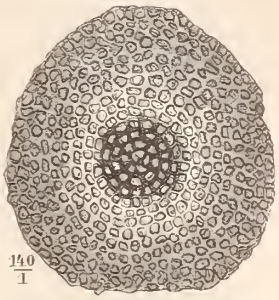



Fig. 90. *Spongocyclia florealis.* Stöhr sp. Miocän. Sizilien.

2. **Fam. Discidae** (89. 90). Skelett platt, ± scheibenförmig, am Umfang gerundet oder gelappt. Im Innern der Gitterschale eine kleine Gitterkugel Markkugel. Diese reichhaltige Familie schon seit Silur; im Mesozoikum, bes. im Tertiär und in der Gegenwart.

**Rhopalastrum** Ehrb. (89). Skelett platt, dreistrahlig. Die drei Arme gleich. Die kleine einfache Markkugel bei fossilen oft schwer sichtbar. Jura, Tertiär und lebend.

*Rh. lagenosum* Ehrb. Miocän. Sizilien. Lebend. Mittelmeer.

**Spongocyclia** Ehrb. (90). Skelett platt, rund oder mit gerundeten Ecken, aus einem schwammigen Gewebe bestehend. Stacheln oder Anhänge fehlen. Die innere, kleine, löcherige Markkugel ist von konzentrischen oder spiralen, regelmäßig gekammerten Ringen umgeben. Miocän und lebend.

## II. Nassellaria.

Das Skelett der *Nassellaria* besteht zuweilen aus einem einzelnen oder aus mehreren zu einem lockeren Geflecht vereinigten Ringen (91 *A*), meist aber aus einer vollständigen Gitterschale, welche am vorderen Ende eine (oft übergitterte) Mündung besitzt (92 *A*—*C*). Folgende Familien sind fossil wichtig:

Das Skelett aus einem oder mehreren, durch Stacheln zu einem lockeren Geflecht verbundenen Ringen gebildet (91 *A*). 1. **Fam. Stephidae.**

Das Skelett bildet eine meist gekammerte Gitterschale (92 *A*—*C*)

- Gitterschale aus zwei gleichen seitlichen Hälften zusammengesetzt, die durch einen vertikalen Ring zusammenhängen (92 *A*). 2. **Fam. Spyridae.**
- Gitterschale aus einer unten offenen, oder mehreren in der Richtung der Längsachse übereinander gehäuften Kammern bestehend (92 *B*, *C*). 3. **Fam. Cyrtidae.**

1. **Fam. Stephidae** (91 *A*). Die äußerst zarten Kieselringe dieser Familie sind fossil selten.

**Lithocubus** (91 *A*) aus den Koprolithen des Lias. Vertreter dieser Familie scheinen schon im Silur (»*Sphaerosomatites*« Rothpl.) vorzukommen, falls sie nicht als *Phacodaria* (siehe unten) zu deuten sind.

Fig. 91. *A Lithocubus* sp. Lias. Aus den in der Kreide eingeschwemmten Phosphoriten von Ilsede, Hannover. *B Dictyocha speculum* Ehrb. Miocän. Caltanisetta, Sizilien.

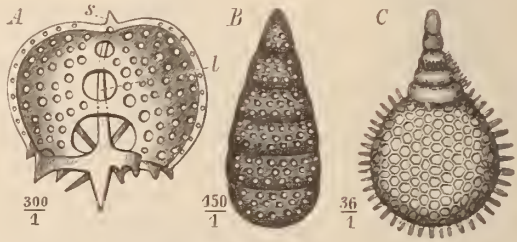



Fig. 92. *A Petalospyris corona* Stöhr. Miocän. Caltaniselta, Sizilien. *s* Gipfelstachel; *l* Mittelring. *B Stichocapsa devorata* Rüst. Lias-Phosphorit aus der oberen Kreide von Ilsede bei Hannover. *C St. Grothi* Rüst. Aus einem oberjurassischen Hornsteine der Ostschweiz.

2. **Fam. Spyridae** (92 *A*). Skelett mehr oder minder kuglig, aus zwei Hälften bestehend, die von einem medianen Längsringe zusammengehalten werden (92 *A l*). Am oberen Ende meist ein Gipfelstachel (*A s*), am unteren die oft übergitterte und mit Stacheln bewehrte Mündung. Bisher nur lebend und tertiär bekannt

**Petalospyris** Ehrb. (92 *A*). Schale queroval, in der Mitte der Länge nach deutlich eingeschnürt. Medianer Ring (*l*) mit einfachem Gipfelstachel (*s*). Mündung fast von gleicher Weite wie die Schale, von einem Ringe eingefaßt, der mehr als fünf freie Stacheln trägt. Miocän — lebend.

3. **Fam. Cyrtidae** (92 *B, C*). Schale ei- oder kegelförmig, am unteren Ende mit einer freien oder übergitterten Öffnung, einkammerig, oder durch quere Einschnürungen in ± zahlreiche Kammern unvollständig abgeteilt. Dies ist die formenreichste Familie unter den *Nassellaria*. Von den ungefähr 200 lebenden Gattungen findet man viele fossil im Jura, in der Kreide und im Tertiär. Mit die häufigste Gattung im Mesozoikum ist:

**Stichocapsa** Haeck. (92 *B, C*). Gitterschale mit mehr als drei Einschnürungen. Die Mündung übergittert, ohne Stachelanhänge. Die Kammern nehmen nach oben zu allmählich (*B*) oder plötzlich (*C*) an Weite ab. Zahlreiche Arten im Jura, auch in der Kreide, tertiär und lebend.

## III. Phaeodaria.

Fossile *Phacodarien* sind selten. Isolierte Gitterstücke der **Dictyochidae**, welche leicht mit den Skeletten der Stephiden verwechselt werden können,

findet man schon im Jura, auch in der Kreide und im Tertiär, z. B. **Dictyocha** *speculum* Ehrb. (91 *B*) im Miocän Siziliens.

### Geologische Verbreitung der Radiolaria.

Die Radiolarien gehören zu den ältesten bis jetzt bekannten Fossilien; man hat sie schon in vorkambrischen Schichten der Bretagne gefunden, und sie werden, gewöhnlich in unzähligen Mengen zusammengehäuft, in allen jüngeren Formationen angetroffen.

Sie sind außerordentlich formbeständig, und manche paläozoische und mesozoische *Sphaeriden*, *Discoiden* und *Cyrtiden* lassen sich von lebenden Arten kaum trennen. Erst in der Tertiärzeit gewinnen auch andre Familien an Bedeutung.

Die Radiolarien führen eine ausschließlich pelagische Lebensweise. Sie können daher in marinen Sedimenten aller Art vorkommen. Bei ihrer mikroskopischen Kleinheit werden sie aber nur dann leicht erkennbar, wenn ihre Kieselschalen aus kalkigen Gesteinen mit Säure ausgeätzt werden können, oder wenn sie nach Art des Radiolarienschlammes der Tiefsee sich in großen Mengen ± rein anhäufen. Solch reiner, d. h. unter fast vollständigem Ausschluß andrer Tierskelette und mechanischen wie chemischen Sediments entstandener Radiolarienschlamm wird jetzt nur in Meerestiefen zwischen 4000 bis 8000 m gebildet. Daraus darf man schließen, daß auch die Mehrzahl derartiger fossiler Absätze, jedenfalls die über weite Strecken gleichmäßig ausgebreiteten, unter ähnlichen Verhältnissen entstanden sind. Fast alle paläozoischen und mesozoischen Radiolarienschlamme sind aber in feste Kieselschiefer, Jaspis, Hornsteine — Radiolarit — umgewandelt worden, indem die Lücken zwischen den Skeletten und ihre Höhlungen mit Kieselsäure ausgefüllt wurden. Derartige Gesteine finden sich in allen vortertiären Formationen und über alle Erdteile verbreitet. Aus Kreide und Tertiär kennt man, lokal beschränkt, meist ± kalkreichen Radiolarienschlamm, in dem die Skelette nicht in fester Kieselmasse eingebettet liegen. Diese dürften wohl auch in geringeren Meerestiefen entstanden sein.

## II. Kreis: Spongia (Schwämme).

Zu den *Spongia* oder Seeschwämmen gehören meist festsitzende, selten freie, fast ausschließlich marine, in der Regel durch ein festes Skelett gestützte Tiere von sehr wechselnder und vielfach unbestimmter Körperform. Von den *Protozoen* unterscheiden sie sich durch den zelligen Bau, von den *Coelenteraten* durch das Fehlen der Nesselorgane, durch ihren nicht gesetzmäßig strahligen Bau und den Besitz von Geißelkammern, die mit Kragenzellen ausgekleidet sind. Mit Hilfe des durch den Schwamm zirkulierenden Wassers findet die Nahrungsaufnahme statt, indem das Tier wie ein Filter wirkt. Es besitzen deshalb alle Schwämme ein ± kompliziertes System von Kanälen, welche den Körper durchziehen und das Wasser ein- und ausführen. Dieses tritt meist durch kleine, auf der Oberfläche verteilte

Poren (Oberflächenporen, 93 *d*) ein und wird durch gröbere, meist verzweigte Kanäle zusammen mit den Geschlechtsprodukten und Exkrementen ausgeführt. Die Ausfuhrkanäle münden entweder in einen größeren Hohlraum, Magenhöhle = Zentralhöhle (93 *b*), deren Öffnung Osculum (93 *a*) heißt, oder sie endigen auf der Oberfläche des Schwammes.

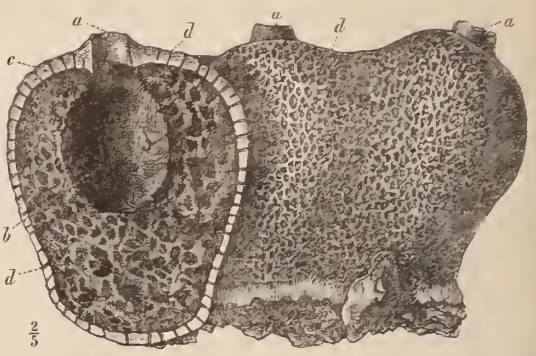



Fig. 93. Skelett eines lebenden Schwammes, *Caminus vulcani* O. Schm. (Tetractinellide) aus der Adria (links aufgeschnitten). *a* oscula, die Mündungen der Zentralhöhlungen (*b*). *c* Rindenschicht mit den kleinen Öffnungen (Oberflächenporen *d*).

Das nur selten fehlende Skelett der Schwämme wird innerhalb der Hautschicht gebildet, welche die Hauptmasse des Tieres zusammensetzt. Das Skelett kann kalkig, kieselig oder hornig (auch hornig und kieselig zugleich) sein. Es besteht in der Regel aus isolierten, ± nadelförmigen Körperchen (Skelettelementen, Nadeln), die entweder frei in den Weichteilen liegen oder in Hornfasern eingebettet sind. Diese Nadeln können sich mit ihren wurzelförmig verzweigten Enden zu einem festen Skelett verhaken (Zygose) oder durch Kiesel- oder Kalkzement zu einem festen Gerüst verkittet werden. Kompakte Skelette wie bei den Foraminiferen oder Korallen gibt es unter den lebenden nur ausnahmsweise. Die gröberen, das eigentliche Skelett bildenden Nadeln (Skelettnadeln) unterscheiden sich oft von den kleineren, zerstreut in den Weichteilen gelegenen Fleischnadeln. Nach der Beschaffenheit des Skeletts und andren Merkmalen ergeben sich 2 Klassen von sehr ungleichem Umfange:

1. Kl. **Incalcarea.** Kiesel-, Horn- und Gallertschwämme. Skelett aus Kieselnadeln oder Hornfasern bestehend, selten fehlend. Kragenzellen klein.
2. Kl. **Calcarea.** Kalkschwämme. Skelett kalkig, aus Kalkspatnadeln oder strahligem Aragonit bestehend. Kragenzellen groß.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei fossilen Schwämmen sehr häufig Pseudomorphosenbildung Platz gegriffen hat, wodurch ursprünglich kalkige Skelette verkieselt und umgekehrt ursprünglich kieselige Skelette in Kalkspat umgewandelt (verkalkt) sind. Hat eine derartige Verwandlung stattgefunden, so sind gewisse feine Strukturen des Skeletts, z. B. die Achsenkanäle oder die Nadelstruktur in den Faserzügen der *Pharetronen*, verloren gegangen.

## 1. Klasse: Incalcarea.

### Kieselschwämme, Hornschwämme, Gallertschwämme.

Hierher gehört die Mehrzahl der lebenden und fossilen Schwämme, die sich gegenüber den Kalkschwämmen zumeist durch beträchtliche Größe auszeichnen. Ihr Skelett wird in der Regel aus Kieselnadeln aufgebaut. Diese bestehen aus amorpher Kieselerde. Sie liegen gewöhnlich frei in der Gallertmasse und bilden dann oft ein zusammenhängendes Skelett, indem sie entweder sich mit ihren verzweigten Enden verhaken (*Lithistida*) oder z. T. in unregelmäßiger Weise verlötet werden (*Lyssacina*) oder in gesetzmäßiger Weise miteinander verschmelzen (*Dictyonina*). Daneben treten aber auch Formen auf, deren Skelett aus Hornsubstanz mit eingelagerten Kieselnadeln oder auch nur aus Hornsubstanz (Spongin) besteht, (Hornschwämme) und solche, denen das Skelett ganz abgeht (Gallertschwämme). Die beiden letzten Gruppen sind fossil bedeutungslos.

Die Nadeln bestehen aus einer Anzahl sichtbarer Strahlen oder Arme, die sich im Mittelpunkte der Nadeln vereinigen. Normalerweise entspricht der Zahl der Strahlen die gleiche Zahl von Achsen oder Wachstumsrichtungen (*Tetractida* — 95 *B*, *C*) oder, indem je 2 Strahlen in eine Linie fallen, die halbe Achsenzahl (*Hexactida* — 94). Die Achsen sind ursprünglich durch feine, fadenförmige, allseitig geschlossene Höhlungen, die Achsenkanäle (95 *C*), angedeutet. Es bilden sich nun aber durch ± vollständige Verkümmerung von Strahlen in einer oder in mehreren Wachstumsrichtungen oder durch Gabelung von Strahlen in der Nähe des Mittelpunktes Skelettelemente aus, deren Strahlenzahl anscheinend mit der Zahl der Achsen nicht übereinstimmt.

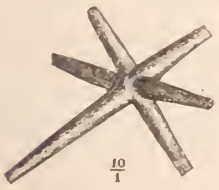



Fig. 94. Ein Sechsstrahler (nach 3 Achsen gebaut). *Hyalostelia Smithi* Young. Unterkarbon. Schottland.

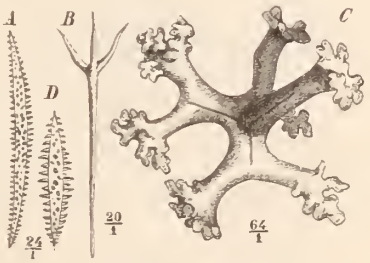



Fig. 95. Verschiedene Nadelformen der *Tetraxonier*. *A*, *D* Einstrahler. *B* einfacher, *C* gegabelter und an den Enden wurzelförmig verzweigter Vierstrahler. (Desmon.)

Folgende Haupttypen von Kieselnadeln können unterschieden werden:

a) Der dreiachsige oder triaxone. Die Nadel ist beiderseits nach drei zueinander stehenden Achsen gebildet. Grundform der regelmäßige Sechsstrahler (94). Hiervon leiten sich durch Verkümmerung, übertriebenes Wachstum

oder Teilung einzelner Strahlen die mannigfaltigsten Nadelformen bis zum Zweistrahler und Vielstrahler ab.

b) Der vierachsige oder tetraxone. Grundform der regelmäßigen Vierstrahler: Vier unter gleichem Winkel ($109^{\circ}\ 28$) im Raum sich treffende Richtungen bilden die Achsen. Durch Verlängerung eines Strahls entstehen die häufigen Schaftnadeln mit 3 kürzeren Armen (96 *E*), durch Verkürzung eines Strahls die einfachen oder gegabelten Anker 96 *G*), ferner alle möglichen Gestalten bis zur Stecknadel (96 *A*) oder der Kieselscheibe (96 *F*), auch Kugeln (96 *C*) und Kugelsterne (96 *D*). Wachsen die Nadeln ± unregelmäßig wurzelförmig aus, so kommt es zur Bildung der für die *Lithistiden* bezeichnenden Desmone (95 *C*).

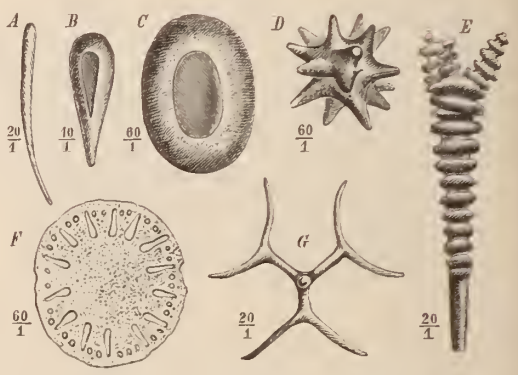



Fig. 96. Verschiedene Kieselnadeln der *Tetraxonier* aus dem englischen Senon. *A* gebogener, *B* konischer Einstrahler. *C* Kieselkugel. *D* Kugelstern. *E* spiralgedrehter Vierstrahler (Schaftnadel). *F* Kieselscheibe. *G* Gabelanker (gegabelter Vierstrahler, dessen einer Arm verkürzt und einfach).

e) Der einachsige oder monaxone, beiderseits nach einer geraden oder schwach gekrümmten Achse gebildet (114). Grundform der Zweistrahler. Durch Reduktion eines Armes entsteht der Einstrahler. Wurzelförmige Verzweigung wie bei den tetraxonen häufig (115, 116 S. 92).

Die Kieselschwämme mit dreiachsigen Skelettelementen sind scharf von allen andren *Incalcarea* geschieden. Die Formen mit vierachsigen und einachsigen Elementen dagegen erscheinen enge untereinander sowie mit den Horn- und Gallertschwämmen verknüpft und durch Übergänge verbunden. Wir erhalten daher folgende Einteilung:

I. Ordn.: **Triaxoniae** oder **Hexactinellidae.** Skelettelemente nach dem dreiachsigen Typus gebaut, selten fehlend. Geißelkammern groß, fingerhutförmig.

II. Ordn.: **Tetraxoniae** oder **Demospongiae.** Skelettelemente nach dem vier- und einachsigen Typus gebaut, häufig fehlend. Geißelkammern klein, ± kuglig.

1. Unterordn.: **Tetractinellidae.** Elemente des Stützskeletts vier- oder einachsig; wenn einachsig, sind vierachsige Fleischnadeln vorhanden.

II. Unterordn.: **Monactinellidae.** Elemente des Stützskeletts und Fleischnadeln stets einachsig.

Hieran schließen sich die Mehrzahl der fossil unwichtigen Horn- und Gallertschwämme.

## 1. Ordnung: Triaxoniae oder Hexactinellidae (97—106).

Bei einer großen Mannigfaltigkeit in der Gesamtform sind die Vertreter dieser Ordnung durch relativ dünne Wände und eine lockere Struktur ihres Skeletts ausgezeichnet. Hierdurch wird ein kompliziertes Kanalsystem, wie es bei den dickwandigen *Tetraxoniae* häufig vorkommt, überflüssig. In die Wand des kugligen, zylindrischen, becher- oder schüsselförmigen, seltener unregelmäßig knolligen Skeletts dringen meist von außen und innen einfache, kurze, blind endigende, selten perforierende Kanäle ein, die oft in regelmäßigen Reihen stehen (101 *A*, 103 *A*), vielfach aber unregelmäßig verteilt sind (105). Zuweilen fehlen deutliche Kanäle ganz.

Die sechsstrahligen Nadeln, aus denen das Stützskelett sich zusammensetzt, bleiben entweder stets isoliert (94), oder werden erst später in unregelmäßiger Weise zu lockeren Fasern und Maschen verlötet, oder sie verschmelzen rasch zu einem Gerüst von ± gesetzmäßigem Baue (97). Hierbei fügen sich die Nadeln in ± paralleler Stellung nebeneinander, so daß je ein Arm einer Nadel sich an den Arm der Nachbarnadel legt und beide durch neu ausgeschiedene Kieselsäure fest verschmolzen werden (97). Auf diese Weise entsteht ein lockeres Gitterskelett mit regelmäßig quadratischen (97, 98) oder durch Verzerrung mehr unregelmäßigen Maschen (101 *B*).

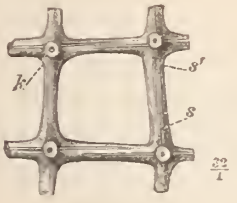



Fig. 97. Stück eines *Dictyoninen*-Skeletts mit dichten Kreuzungsknoten (*k*). Die zu verschiedenen Nadeln gehörigen Achsenkanäle (*s*,*s'*) sichtbar. *Sporadopyle obliqua* Gf. sp. Malm.

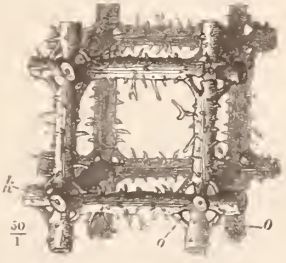



Fig. 98. Stück eines *Dictyoninen*-Skeletts mit durchbohrten Kreuzungsknoten (*k*). *o* Oktaëderarme. *Becksia Soekelandi* Schlüt. Senon.

Da die Achsenkanäle (97 *s*, *s'*) verschiedener Nadeln getrennt bleiben, so gibt deren Verlauf über den ursprünglichen Nadelbau am besten Aufschluß.

Die 6 Arme einer Nadel stoßen entweder in einem einfachen, verdickten, aber dichten Mittelpunktsknoten zusammen, undurchbohrter Kreuzungsknoten (97 *k*), oder sie verdünnen sich in der Nähe des Kreuzungspunktes und werden zudem durch 12, wie die Kanten eines Oktaëders gestellte Balken (*o*) vereinigt, durchbohrte Kreuzungsknoten, Laternennadeln (Lychniske (98). Die Achsenkanäle setzen sich im Hauptstrahl fort und gehen nicht in die oktaëdrischen Balken ein.

Die Oberfläche der Schwammwand, namentlich die äußere, wird häufig von einer sog. Deckschicht überzogen, deren Bau von dem eigentlichen Skelett ± abweicht. Dieselbe entsteht entweder durch eine plattige Wucherung der äußersten Gerüstnadeln unter Verkümmerung des nach außen gerichteten Strahles (99) oder durch Ausbildung einer mit dem Gerüst nur locker

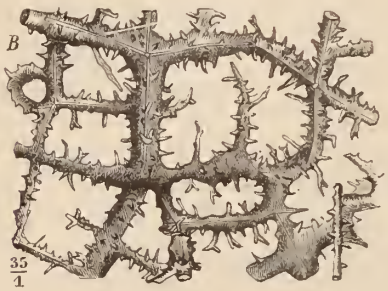



Fig. 99. Deckschicht von *Tremadictyon reticulatum* Gf. sp., Malm, aus unregelmäßigen, verschmolzenen, dornigen Sechsstrahlern gebildet.

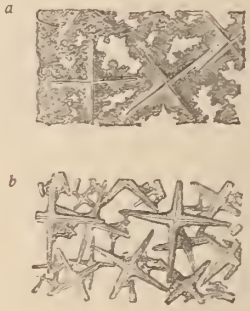



Fig. 100. Deckschicht von *Cypellia rugosa* Gf. sp. Malm. a) Einzelne Sechsstrahler in eine löcherige Kieselhaut eingebettet. b) Große und kleine Sechsstrahler, locker miteinander verlötet.

zusammenhängenden Schicht von ± unregelmäßig verschmolzenen, oft zierlich gedornten Nadeln, die spinnwebartig (100*b*) oder als ± dichte Kieselhaut (100*a*) das Gerüst überzieht. An der Bildung solcher Deckschichten beteiligen sich besonders die kleinen Fleischnadeln, zierliche Sechs- bis Einstrahler, die für die Unterscheidung der lebenden Hexactinelliden von großer Wichtigkeit sind, bei fossilen aber nur selten angetroffen werden (100).

Die Hexactinelliden zerfallen in die zwei Unterordnungen:

1. **Lyssacina.** Nadeln unverbunden oder durch Kieselmasse in unregelmäßiger Weise verkittet.

2. **Dictyonina.** Nadeln zu einem festen Gerüst verschmolzen.

## 1. Unterordnung: Lyssacina.

Hierher gehört eine nicht geringe Anzahl lebender Kieselschwämme, die meist in großen Meerestiefen (von 100—2800 Faden) vorkommen. Die bekanntesten unter denselben, *Euplectella aspergillum* Ow. und *Hyalonema Sieboldii* Gray, besitzen einen Wurzelschopf aus Kieselnadeln.

Fossile Lyssacinen kennt man vom Kambrium an, aber vielfach in mangelhafter Erhaltung und meist ohne die bezeichnenden Fleischnadeln. Eine weit verbreitete, mit *Hyalonema* verwandte Gattung ist:

**Hyalostelia** Zitt. (94), deren sechsstrahlige Nadeln im Kohlenkalke Großbritanniens, Belgiens und Deutschlands stellenweise massenhaft vorkommen.

Aus Kambrium, Silur und Devon kennt man ziemlich zahlreiche *Lyssacinen* mit vollständig erhaltener Körperform. Es sind das kuglige, röhren- oder trichterförmige Körper mit dünner Wand, deren Nadeln zu regelmäßig

⊥ sich kreuzenden Gitterzügen geordnet erscheinen, so daß ein ± regelmäßig quadratisches Maschennetz entsteht; z. B. **Protospongia** Salt. (Kambrium) und **Dictyophyton** Hall. (Devon).

In paläozoischen Schichten finden sich aber auch mehrfach Reste von Schwammkörpern oder isolierte Nadeln, die wohl hierher zu stellen sind, obgleich die Zahl der Strahlen übernormal ist, wie

**Astraeospongia** Roem. Freie, schüsselförmige, konvex-konkave Körper mit großen, unverbundenen Nadeln. Die zwei ⊥ zur Oberfläche des Schwammkörpers gerichteten Strahlen sind fast ganz verkümmert, während parallel der Oberfläche 6 statt 4 große Strahlen entwickelt sind. Silur, Devon.

## 2. Unterordnung: Dictyonina.

Vertreter dieser Abteilung kennt man erst seit der Trias; häufig erscheinen sie im Malm und in der Kreide, spärlicher sind sie im Tertiär und in den heutigen Meeren vertreten. Die lebenden Dictyonina bewohnen durchschnittlich geringere Meerestiefen als die Lyssacina. Die meisten werden in Tiefen von 100—1000 Faden, oft mit Lyssacinen und Lithistiden vergesellschaftet angetroffen.

A) Kreuzungsknoten dicht. Die dünne Wand des trichter- oder becherförmigen Schwammes nicht gefaltet. Jura — Lebend.

**Tremadictyon** Zitt. (99, 101 *A*, *B*). Große, becher- bis schüsselförmige Schwämme. Wand auf beiden Seiten mit großen ovalen Ostien von blind endigenden Kanälen (101 *A*). Gittergerüst ein unregelmäßiges Maschenwerk mit plattigen Armen und dichten Kreuzungsknoten (*B*). Innen- und Außenseite der Wand mit einem dornigen Deckgespinst (99) überzogen, welches auch die Kanalöffnungen bedeckt. Sehr häufig im Malm.

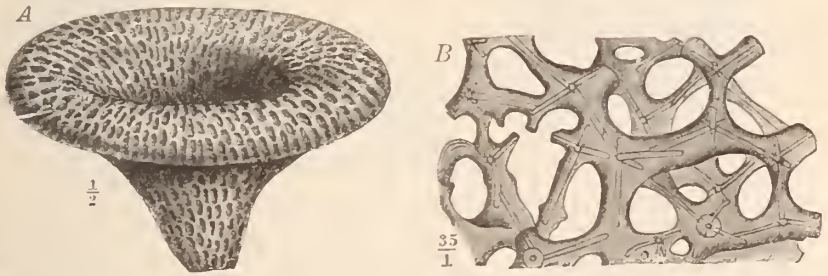



Fig. 101. *Tremadictyon reticulatum* Gf. sp. Oberes Oxford. Streitberg, Franken. *A* ein Exemplar ohne die Wurzel, mit ovalen Kanalöffnungen auf beiden Seiten der Wand. *B* Gittergerüst mit dichten Kreuzungsknoten. Deckschicht siehe Fig. 99, S. 84.

Verwandte Gattungen mit regelmäßig rechtwinkeligem Gitterskelett sind:

**Craticularia** Zitt. Verkehrt kegelförmig. Die runden Kanalöffnungen stehen auf beiden Seiten der Wand in Längs- und Querreihen. Jura und Kreide.

*Cr. paradoxa* Münst. sp. Malm. Franken, Schwaben.

**Sporadopyle** Zitt. (97). Kleine becherförmige Schwämme mit zerstreut oder im Quincunx stehenden Kanalöffnungen. Jura, selten in der Kreide.

**Coscinopora** Gf. Große, becherförmige Körper mit verzweigter Wurzel. Auf beiden Seiten der Wand sehr zahlreiche und feine, im Quincunx stehende Kanalöffnungen. Skelett sehr dicht und fest, aus unregelmäßig verschmolzenen Sechsstrahlern bestehend. Oberfläche des Gerüstes verdickt. Häufig in der oberen Kreide.

*C. infundibuliformis* Gf. Senon. Norddeutschland, England.

B) Kreuzungsknoten durchbohrt. Die ± dicke Wand von unregelmäßigen perforierenden Kanälen durchzogen. Jura.

**Cypellia** Pomel (102). Die Außenseite des kreisel- oder schüsselförmigen Körpers wird von einer meist feinlöcherigen Deckschicht überkleidet, welche die Öffnungen der gebogenen und perforierenden Kanäle verdeckt (100). Die Deckschicht besteht aus sternförmigen Nadeln, welche sich locker miteinander verkitten (*b*) oder in einer porösen Kieselhaut liegen *a*. Skelettmaschen unregelmäßig. Kreuzungsknoten unregelmäßig durchbohrt. Malm.

C) Kreuzungsknoten durchbohrt. Wand des Körpers in Längsfalten gelegt (103 *B*), so daß auf der Innen- und Außenseite ± tiefe, stellenweise überbrückte Furchen verlaufen. Jura, bes. Kreide.

**Pachyteichisma** Zitt. ist eine im Malm häufige Gattung von ± kreiselförmiger Gestalt und beträchtlicher Größe. Die äußeren Furchen sehr tief, die inneren seicht. Wurzel und Deckschicht fehlen.

Fig. 102. *Cypellia rugosa* Gf. sp. Oberes Oxford. Streitberg, Franken. Exemplar in halber natürlicher Größe mit Deckschicht.

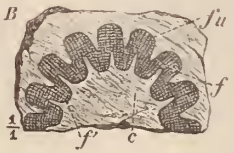


Fig. 103. *A Ventriculites infundibuliformis* Woodw. sp. Mittleres Senon. Linden bei Hannover. *B* ein Querschnitt durch die Hälfte des Bechers; *c* Zentralhöhle: *f* Falten der Außen-, *f'* Falten der Innenseite: *fu* Furchen der Außenseite (punktierte Linie sollte in die Furche zeigen!).

**Ventriculites** Mant. (103). Trichterförmig, oben oft tellerförmig verbreitert. Wand dünn, in enge Falten gelegt. Die Furchen beiderseits etwa gleich tief. Über die Furchen der Außenfläche spannen sich zahlreiche Querbrücken der verdichteten Deckschicht, wodurch die dazwischen bleibenden Lücken wie Reihen von Kanalöffnungen erscheinen (103 *B*).

Diese und mehrere verwandte Gattungen häufig in der oberen Kreide.

**Coeloptychium** Gf. (104). Schwammkörper, pilz- oder schirmförmig, in Wurzel (*w*), Stiel (*st* und Hut (*h*) ± deutlich geschieden. Im hohlen, nicht gefalteten Stiele finden sich siebförmig durchbrochene Platten (*sb*). Oberseite

des Huts (*o*) flach oder tief eingesenkt, mit einer porösen Deckschicht überkleidet, die auch oft die schrägen Seitenflächen (*n*) überzieht und die Falten verhüllt. Auf der Unterseite (*m*) sind die gegabelten Faltenzüge (*s*) sichtbar, auf deren Rücken kleine, runde oder schlitzförmige Kanalöffnungen (*p*) münden. Findet sich im Senon Norddeutschlands, Englands, Frankreichs, Rußlands.

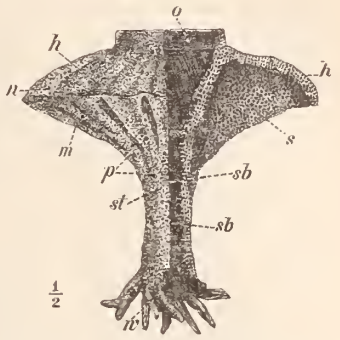



Fig. 104. *Coeloptychium lobatum* Gf. Mittleres Senon. Coesfeld, Westfalen. *w* Wurzel; *st* Stiel; *h* Hut; *s* Hutfalte; *o* Oberseite; *m* Unterseite; *n* Seitenflächen; *sb* Siebplatten; *p* Kanalöffnungen.

D) Kreuzungsknoten durchbohrt (98). Schwammkörper aus einem System gewundener anastomosierender Röhren und Blätter gebildet, zwischen denen ein zusammenhängendes Interkanalsystem übrig bleibt. Jura — Gegenwart, hauptsächlich Kreide.

**Plocoscyphia** Rss. (105). Knollige, unregelmäßige Massen, aus geteilten, mäßig dickwandigen, am Ende offenen Röhren bestehend. Die Wand der Röhren mit unregelmäßig verteilten Kanalöffnungen (*o'*). Gemeinsame Deckschicht fehlt. Untere und obere Kreide. Häufig.

**Becksia** Schlüt. (106). Die Wand des niedrig becherförmigen, mit weiter Zentralhöhle versehenen Schwammkörpers wird aus radial gestellten Röhren gebildet, die an der Außenseite miteinander verwachsen sind, so daß nur die

Fig. 105. *Plocoscyphia labrosa* T. Sm. sp. Unteres Cenoman. Folkestone, Südengland. *o* die Öffnungen der verzweigten Röhren; *i* die Höhlungen des Interkanalsystems; *o'* die Öffnungen der Wandkanäle.

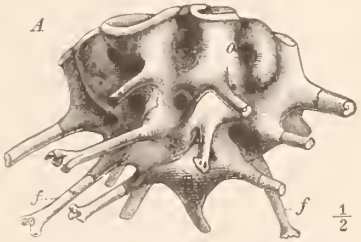



Fig. 106. *Becksia Soekelandi* Schlüt. Mittleres Senon. Coesfeld, Westfalen. *A* Ansicht des Schwammkörpers; *o* die Öffnungen der radialen Röhren; *f* die wurzelartigen Fortsätze der Außenwand. Skelett siehe Fig. 98, S. 83.

Mündungen der Röhren als einzelne größere Öffnungen (*o*) sichtbar bleiben. Zwischen den Röhren ein weites Interkanalsystem (nur von innen sichtbar). Die Außenwand verlängert sich zu wurzelartigen Fortsätzen (*f*). Nur aus dem mittleren Senon N. Deutschlands bekannt.

Die im oberen Turon (Cuvieri-Pläner) Norddeutschlands häufige Gattung **Cystispongia** (*C. bursa* Qu.) zeichnet sich durch eine, den ganzen Schwamm einhüllende, hier und da durchbrochene Kieselhaut aus. Sie ist auch lebend bekannt.

## 2. Ordnung: Tetraxoniae (= Demospongia).

Hierher gehört die Mehrzahl aller lebenden Schwämme, auch die wenigen Süßwasserschwämme (*Spongilla*). Soweit die Skelette keine Kieselnadeln enthalten (Hornschwämme), sind sie fossil nur in undeutlichen Abdrücken erhalten. Aber auch die Formen mit unverbundenen Nadeln zerfallen in der Regel rasch, so daß sowohl ihre Gestalt und der Verlauf des Kanalsystems, als auch die ursprüngliche Lagerung der Nadeln im fossilen Zustande nur selten erkannt werden können. Bei der Häufigkeit derartiger Schwämme zu allen Zeiten begreift es sich aber leicht, daß Anhäufungen von Nadeln sich zuweilen in erheblicher Mächtigkeit an dem Aufbau der Schichtgesteine beteiligen.

Wenn dagegen die Nadeln sich wurzelförmig verzweigen und miteinander verhaken (118 *B*), entstehen steinige, widerstandsfähige Skelette, wie wir sie schon vom Kambrium an, besonders häufig aus Jura und Kreide kennen — *Lithistida*.

Diese *lithistiden Tetraxonier* zeichnen sich im allgemeinen durch massige Körpergestalt, durch ein dichtes Skelett und ein ± verwickeltes Kanalsystem aus. Die meist dicke Körperwand wird in der Regel von zweierlei Arten von Kanälen durchzogen:

a) ± senkrecht zur Oberfläche stehende, vorwiegend gerade Radial- oder Strahlkanäle von meist geringem Durchmesser; sie dienen der Einfuhr des Wassers (108 *A b*),

b) parallel der Oberfläche verlaufende, gewundene und verzweigte Bogenkanäle von größerem Durchmesser, die in die Zentralhöhle münden, wenn diese entwickelt ist (108 *A c*). Ausfuhrkanäle.

Ihrem Nadelbau nach verteilen sich die *Lithistiden* auf die beiden Ordnungen der *Tetractinellidae* und *Monactinellidae*.

### 1. Unterordnung: Tetractinellidae.

Elemente des Stützskeletts vierachsig, auch teilweise oder ganz einachsig; in letzterem Falle aber stets vierachsige Hautnadeln vorhanden. Silur — Gegenwart.

Die wichtigsten lithistiden Gruppen sind:

**1. Familie Eutaxicladina.** Skelettelemente vierstrahlig, im Mittelpunkte oft verdickt. Drei Arme gleich, einfach oder früh gegabelt, an den Enden schwach verzweigt; der vierte verkürzt und verdickt (*Ennomoelon* — 107). Körper kuglig bis schüsselförmig, wurzellos. Silur.

**Hindia** Dunc. (107 *A*). Kuglige Körper ohne Oberflächenfurchen und Zentralhöhle, mit feinen, ausschließlich radial verlaufenden Kanälen. Das

Gerüst aus lauter gleichartigen und gleich orientierten Nadeln bestehend. Unt. und Ob. Silur. Nordeuropa, Nordamerika.

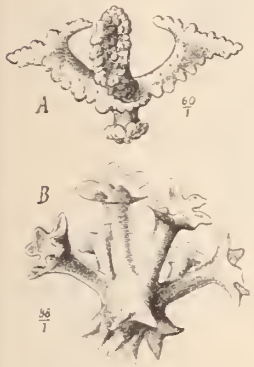
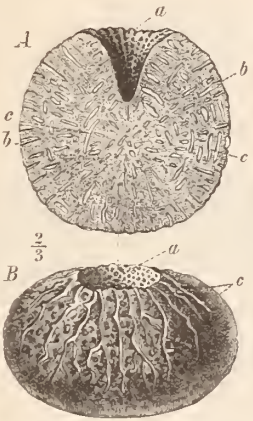



Fig. 107. *Eutaxicladine* Skelettnadeln. *A Hindia*: drei gleiche und ein verkürzter Arm. *B Astylospongia*. Von der verdickten Mitte gehen zahlreiche Strahlen aus, die durch frühzeitige Spaltung aus 4 entstanden sind.



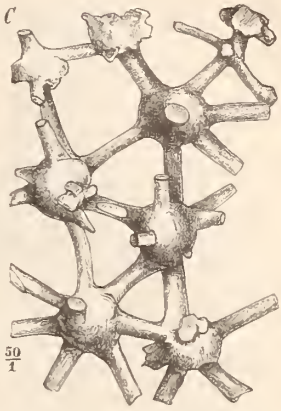




Fig. 108. *Astylospongia praemorsa* Gf. sp. Obersilurisches Diluvialgeschiebe. Sadewitz bei Öls. *A* Vertikaler Mediansehnitt mit der Zentralgrube (*a*), in welche die Bogenkanäle (*c*) münden; *b* Radialkanäle, welche auf der Oberfläche münden. *B* der Schwamm von der Seite gesehen. *c* radiäre Furchen der Oberfläche (Bogenkanäle). *C* Skelett. Jede Verdickung ist der Mittelpunkt eines Skelettelements.

**Astylospongia** Roem. (107 *B*, 108). Diese und einige verwandte Gattungen sind durch kuglige, ei- oder schüsselförmige Gestalt und durch das Auftreten von Strahl- und Bogenkanälen ausgezeichnet. Letztere münden in die gewöhnlich seichte Zentralhöhle (108 *a*). Skelett aus tetraxonen Nadeln aufgebaut, deren Mitte knotig verdickt ist und deren Arme sich schon in der Nähe des Verdickungsknotens ± reichlich gabeln. Häufig im Unter- und Ober-Silur. Nordeuropa und Nordamerika; auch als Diluvialgeschiebe häufig.

**2. Familie Tetracladina.** Skelettelemente ± regelmäßig vierstrahlig, ohne verdicktes Zentrum. Arme meist gleichartig ausgebildet, gewöhnlich an den Enden reichlich verzweigt (110). Sehr verschiedenartige Hautnadeln entwickelt. Kambrium — Gegenwart, häufig in der Kreide.

a) Ohne Wurzel.

**Aulocopium** Osw. (109). Schwammkörper kuglig, halbkuglig oder kreiselförmig, ohne Anheftungsstelle, mit tief trichterförmiger Zentralhöhle (*a*), in welche weite Bogenkanäle (*c*) einmünden. Zahlreiche feinere Strahlkanäle (*b*) verlaufen vom unteren Ende des Schwammes gegen die Oberfläche. Die Unterseite wird von einer scheinbar dichten Nadelschicht bedeckt. Skelettelemente deutlich vierstrahlig (*B*), selten gut erhalten. Der untere Teil des Schwammes ist fast immer mit Chalcedon ausgefüllt, weshalb sich der obere, meist verkalkte, leicht von ihm ablöst.

Im oberen Untersilur, selten im Obersilur, Nordeuropa, Nordamerika; häufig als Geschiebe in Norddeutschland.

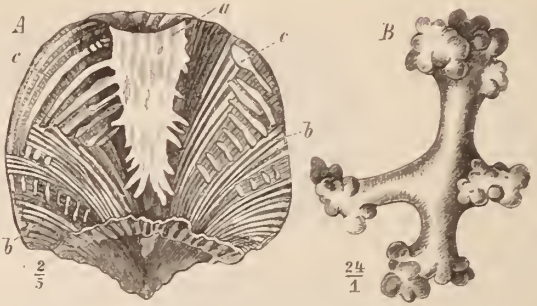



Fig. 109. *Aulocopium aurantium* Osw. Untersilurisches Diluvialgeschiebe von Sadewitz bei Öls. *A* Vertikalschnitt des Schwammes, die trichterförmige Zentralhöhle (*a*), die weiteren Bogenkanäle (*c*) und die feineren Strahlkanäle (*b*) zeigend. *B* ein Skelettelement mit vier glatten Armen.

### b) Mit Wurzel.

Unter den zahlreichen aus der Kreide bekannten Gattungen sind am häufigsten **Siphonia** Park (111) mit Zentralhöhle (*o*) und **Jerea** Lk. (110), bei der die Zentralhöhle durch ein System weiter Vertikalröhren vertreten wird. Bogenkanäle und Strahlkanäle entwickelt. Der Körper ist kuglig, feigen- oder birnförmig und verlängert sich abwärts in Stiel und Wurzel. Im Skelett herrschen glattarmige, oft gegabelte Vierstrahler (110), Hautnadeln stabförmig oder als Gabelanker.

*Siph. ficus* Gf., *pyriformis* Gf. usw. Cenoman — Senon. *Jer. pyriformis* Lmx. Cenoman.

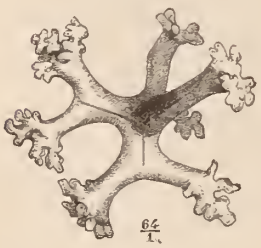



Fig. 110. *Jerea Quenstedti* Zitt. Mittelsenon (Quadraten-Kreide). Linden b. Hannover. Ein Skelettelement mit 4 glatten, dichotom gespaltenen, an den Enden wurzelig verzweigten Armen. Jeder Arm enthält einen Achsenkanal. Der vierte Arm ist z. T. durch die übrigen verdeckt.

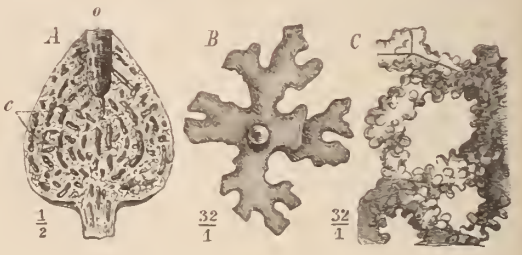



Fig. 111. *A Siphonia tulipa* Zitt. Cenoman. Blackdown, England. Längsschnitt durch den oberen Teil des Schwammkörpers. In der aufgeschnittenen Zentralhöhle sind die in Längs- und Querreihen gestellten Ostien (*o*) der Bogenkanäle (*c*) sichtbar. *B Ragadinia*. Oberes Senon. Ahlten bei Hannover. Gelappter Vierstrahler der Oberflächenschicht: der vierte Strahl auf ein Knöpfchen reduziert. *C Plinthosella squamosa* Zitt. Obersenon. Ahlten bei Hannover. Einige ineinander verhakte, wenig verzweigte Skelettelemente mit knorrigen Armen.

Bei einigen Gattungen fügen sich die plattig verbreiteten Hautnadeln (111 *B*) zu einer porösen Deckschicht zusammen, bei andren sind die Skelettnadeln wenig oder gar nicht verzweigt, aber auf der ganzen Oberfläche knorrig (111 *C*).

**3. Familie Megamorina.** Große, gebogene, wenig verästelte, einachsige Nadeln sind zu einem festen Skelett verschlungen. Schaftförmige Vierstrahler und Stabnadeln in der Hautschicht. Umfaßt nur wenige Gattungen, die vom Silur bis zur Gegenwart reichen.

**Megalithista** Zitt. (112) von zylindrischer oder becherförmiger Gestalt und mit Zentralhöhle. Im Malm Süddeutschlands.

Fig. 112. Skelettelement einer Megamorine (*Megalithista foraminosa* Zitt.) mit einem einfachen Achsenkanal.

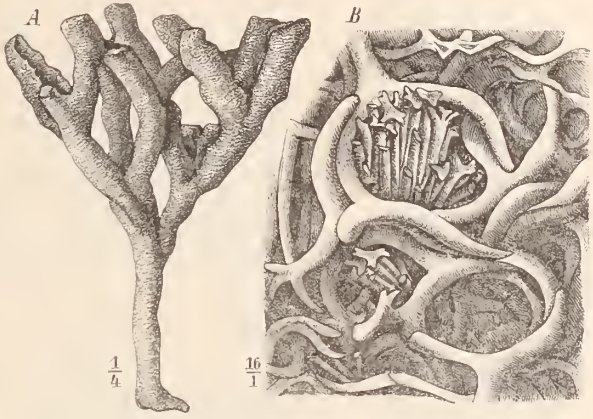



Fig. 113. *Doryderma*. *A D. dichotomum* Benn. sp. Cenoman. Wiltshire *B* Skelettoberfläche von *D. Roemeri* Hinde. Ob. Senon. Ahlten b. Hannover. Die großen, gebogenen, glatten Skelettelemente und die mit zahlreichen Gabelankern angefüllten Maschen des Skelettgeflechtes zeigend

**Doryderma** Zitt. (113). Die Äste des baumförmig, meist dichotom verzweigten, bis 0,4 m großen Schwammkörpers werden im Innern von einer Anzahl paralleler Röhren durchzogen. Die bis 2 mm großen, schwach verästelten Skelettelemente verflechten sich zu einem grobmaschigen Netzwerke. In den Maschen stecken an gut erhaltenen Exemplaren zahlreiche langschaftige Gabelanker wie die Pfeiler in einem Köcher (*B*). Häufig in der oberen Kreide, vielleicht schon im Unterkarbon vorhanden.

## 2. Unterordnung: Monactinellidae.

Alle Skelettelemente einachsig. Kambrium — Gegenwart.

Die aus unverbundenen Nadeln bestehenden Skelette sind selten in ihrer Form erhalten. Als Ausnahme möge

**Climacospongia** Hinde (114) erwähnt werden. Die einfach stabförmigen, unverzierten Nadeln sind zu einem aus Längs- und Querzügen bestehenden Gitterwerk gruppiert. Die Nadeln waren wahrscheinlich in Hornsubstanz eingeschlossen. Silur.

Die stacheligen Einstrahler der Süßwassergattung **Spongilla** werden in tertiären und diluvialen Süßwasserbildungen gefunden (95 *A*, *D*).

Die lebende Gattung **Cliona** (*Vioa*) bohrt sich in Muschelschalen ein. Derartige Bohrgänge kommen auch in fossilen Muschelschalen vielfach vor.

### Lithistide Monactinelliden,

mit steinigem Skelett, sind seit dem Jura bekannt und treten hier und in der Kreide zusammen mit den lithistiden Tetractinelliden sehr häufig auf. Auch Tertiär und lebend nicht selten.

Fig. 114. *Climacospongia radiata* Hinde. Obersilur. Tennessee, N. Amerika. Die Nadeln sind in ihrer ursprünglichen Lagerung erhalten.

Fig. 115. Skelettelement einer Rhizomorine mit einfachem, gebogenem Achsenkanal.

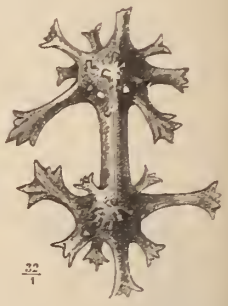


Fig. 116. Skelettelement einer Anomocladine mit einfachem Achsenkanal u. kuglig verdickten Enden.

**1. Familie Rhizomorina.** Skelettnadeln nach einer Achse verlängert, mit einfachem Achsenkanal, ± reichlich verzweigt, an den Enden nicht verdickt (115). Jura — Gegenwart häufig.

**Cnemidiastrum** Zitt. (117). Der verkehrt kegelförmige, schüsselförmige oder zylindrische Schwammkörper ist meist einfach und mit einer trichterförmigen Zentralhöhle (*A*) versehen. Die aus schwach verästelten (*C*, *D*), locker miteinander verflochtenen Skelettkörperchen bestehende Wand wird von zahlreichen, deutlich radial gestellten, verästelten Vertikalspalten durchsetzt (*A r*, *r*) die an der Oberfläche des Schwammkörpers durch kurze Skelettstränge derart überbrückt werden, daß an Stelle der einfachen Spalte eine Vertikalreihe von gerundeten oder rechteckigen Ostien entsteht (*B o*). Oberfläche der Wand oft mit einer Deckschicht überzogen. Sehr häufig im Malm. Die nahe verwandte Gattung

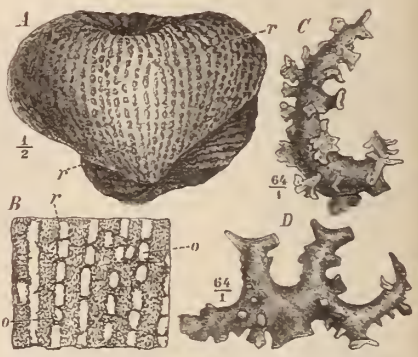


Fig. 117. *Cnemidiastrum stellatum* Gf. sp. Oberer Malm. Heuberg, Schwaben. *A* ein aus 2 Individuen zusammengesetzter Stock; *r* Radialspalten. *B* ein Stück der Oberfläche; *r* Radialspalten; *o* Ostien. *C*, *D* Skelettelemente.

**Hyalotragos** Zitt. begreift mehr schüsselförmige, dünnwandige Schwammkörper, in deren weiter Zentralhöhle runde Kanäle münden, die den Schwamm in senkrechter Richtung durchziehen, und bei denen die Radialspalten feiner und weniger regelmäßig ausgeprägt sind. *H. patella* Gf. sp. im oberen Jura.

**Jereica** Zitt. (118). Zylindrische bis kuglige, gestielte und durch platte Wurzeln festgewachsene Körper mit schwach vertieftem Scheitel. Auf der Scheitelfläche münden die groben Ausfuhrkanäle, welche den Körper bogenförmig (*c*), in der Achsenregion aber als ein dickes Röhrenbündel in senkrechter Richtung durchziehen. Die viel feineren Einfuhrkanäle (*b*) stehen radial und kreuzen die bogenförmigen Kanäle nahezu rechtwinkelig. Ihre Mündungen liegen als kleine Löcher dichtgedrängt auf der Oberfläche. Skelettelemente stark verlängert, reichlich verästelt und zu einem festen Gerüst verflochten (*B*). Im Senon Englands und Norddeutschlands.

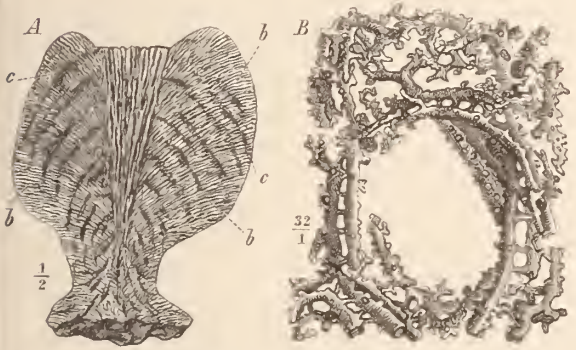



Fig. 118. *Jereica punctata* Gf. Unter Senon. Sudmerberg bei Goslar. *A* medianer Vertikalschnitt; *c* bogenförmige Ausfuhrkanäle; *b* die viel feineren Radialkanäle. *B* ein Teil des Skeletts, einen Radialkanal umschließend. Die stark verästelten Skelettelemente sind fest miteinander verflochten.

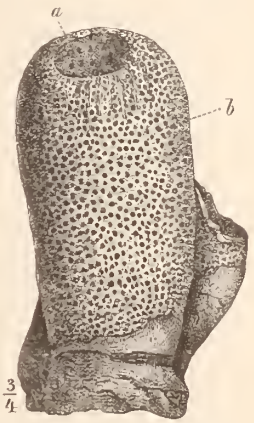



Fig. 119. *Cylindrophyma milleporatum* Gf. sp. Oberer Malm. Franken. *a* Zentralhöhle mit den in Reihen angeordneten Ostien der Bogenkanäle. *b* Ostien der Radialkanäle.

**2. Familie Anomocladina.** Skelettelemente einachsig, hantelförmig, an den Enden kuglig verdickt und verästelt (116). Jura — Gegenwart.

Als Beispiel dieser spärlich entwickelten Gruppe möge

**Cylindrophyma** Zitt. (116, 119) genannt werden. Der ± zylindrische Körper enthält eine tiefreichende Zentralhöhle. Die Wand wird von Bogen- (*a*) und Strahlkanälen (*b*) durchzogen. Basis meist mit Kieselhaut bedeckt. Häufig im Malm Süddeutschlands.

## Geologische Verbreitung der Incalcarea.

Im Kambrium und Silur treffen wir bereits die beiden großen Abteilungen der *Incalcarea* typisch ausgeprägt und scharf voneinander geschieden. Von den *Triaxoniern* liegen aus dieser Zeit zahlreiche Vertreter des *Lyssacinen*-Typus vor, während die *Dictyoninen* erst mit der Trias hervorzutreten scheinen und erst im Jura eine reichere Entwicklung erfahren. Von *Tetraxoniern* finden sich im Paläozoikum zahlreiche Formen mit unverbundenen Skelettelementen, bes. *Monactinelliden*, während die lithistiden Formen als

*Eutaxicladinen* schon im Silur eine reiche Entwicklung aufweisen. Mit ihnen treten aber auch schon *Tetracladinen* und *Rhizomorinen* auf.

Aus Jura und Kreide liegen uns die reichsten Faunen der *Incalcarea* vor, bes. *Dictyoninen* und *Lithistiden*. Hier erscheinen sie gewöhnlich in großer Zahl und bilden meist ungeschichtete »Schwammlager« in kalkig-mergeligen, seltener in sandigen Gesteinen, so im Malm von Polen, Süddeutschland und der Schweiz, im Cenoman von Nordfrankreich und England, im Turon und Senon Mittel- und Nordeuropas, im Tertiär von Bologna und Oran. Anhäufungen von Nadeln der *Tetraxonier* mit unverbundenen Skeletten kommen oft in beträchtlicher Mächtigkeit in den verschiedensten Formationen vor, so im Unterkarbon Großbritanniens, im alpinen Lias, im Neocom Norddeutschlands usw. Die wasserhaltige amorphe Kieselerde der Kieselschwämme ist vielfach gelöst und zur Bildung von Feuersteinen, Chalcedonen und Kieselkalken verbraucht worden. Daher sind schwammführende Gesteine in der Regel reich an solchen Kieselgebilden und die Schwämme selbst häufig von Kieselerde durchdrungen.

## 2. Klasse: Calcarea.

Die lebenden Kalkschwämme teilen mit den *Incalcarea* zwar die vielfach wechselnde Gestalt und die verschiedenartige Ausbildung des Kanalsystems, sind aber durchgängig von viel geringerer Größe (120 *A*). Mit wenigen Ausnahmen besteht ihr Skelett aus freien, weder verschmolzenen, noch fest verschlungenen Kalknadeln von geringer Größe, deren jede einen einheitlichen Kalkspatkristall darstellt (120 *A—D*).

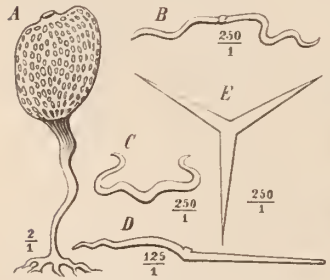



Fig. 120. *A* Ein lebender Kalkschwamm (*Leucosolenia lacunosa* Bk.) mit seinen Nadeln. *E* Dreistrahler. *B, C, D* gebogene Nadeln aus dem Dreistrahler entstanden.

Fig. 121. *Petrostroma Schulzei* Död. Recent. Japan. *A* Gabelförmige Hautnadeln der Deckschicht. *B* Vierstrahlige Gerüstnadeln, in Verwachsung begriffen. *C* Aus verwachsenen Nadeln entstandene ältere Partie des Skeletts.

Fig. 122. *Astrosclera Willeyana* List. Recent. Loyalty Island. Das aus radialstrahligen Kalkkügelchen (*k*) bestehende Gerüst mit 2 Kanälen (*c*), stark vergrößert.

Die Nadeln sind entweder einfach stabförmig (monaxon), aber oft an den Enden ± ungleich ausgebildet und meist gebogen, oder zwei-, drei- und vierstrahlig (120 *B—D*). Diese verschiedenen Nadeln scheinen auf den planen Dreistrahler zurückzugehen.

Einige wenige lebende *Calcarea* besitzen aber ein festes, steiniges, aus zusammenhängenden Kalkfasern bestehendes Skelett, wie es allein fossil gut erhalten bleiben kann. Hier wird die Skelettfaser, entweder wie bei *Petrostroma* und Verwandten aus größeren Vierstrahlern gebildet, welche nach Art der *dictyoninen Hexactinellida* fest miteinander verschmolzen sind (121), oder die Faser besteht wie bei *Astrosclera* (122) aus radial-strahlig struierten, fest vereinigten Aragonit-Kügelchen, eine Struktur, wie man sie sonst nicht bei *Spongien*, wohl aber allgemein bei Steinkorallen kennt. Solche und ähnliche Strukturen finden sich auch zuweilen bei den fossilen *Calcarea* mit steinartigem Skelett, die man insgesamt wegen der meist zu festen, anastomosierenden Faserzügen angeordneten Nadeln als

## Pharetrones (Köcherschwämme)

bezeichnet hat. Meist wird die Skelettfaser der *Pharetronen* aus großen Drei- und Vierstrahlern und kleinen Stabnadeln in strähniger Anordnung (123) zusammengesetzt. Diese Nadeln waren anscheinend durch ?aragonitisches] Kalkzement zusammengekittet, so daß sich die Faser beim Versteinerungsprozeß wie eine kompakte Kalkmasse verhielt.

Wenn man unter *Pharetronen* alle die fossilen und lebenden Formen begreift, deren Skelett eine steinige Beschaffenheit aufweist, so erhält man nach dem Aufbau des Skeletts folgende Gruppen:

A. Skelett sehr feinmaschig; Fasern aus verschmolzenen, aber nicht in Zügen angeordneten Vierstrahlern bestehend. Ausfuhrkanäle meist einfach, zahlreich und dünn. Jura — Gegenwart (124, 125).
**1. Lithonina.**

B. Skelett ± grobmaschig, Fasern aus strähnig angeordneten, zementierten, aber nicht verschmolzenen großen und kleinen Nadeln (123) oder aus strahligen Aragonitkügelchen (122) bestehend. Ausfuhrkanäle einfach oder verzweigt.

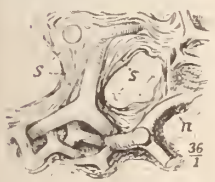



Fig. 123. Skelettfaser von *Holcospongia corallina* From. sp. Oxford. Wiltshire. Größere Drei- und Vierstrahler (*n*), umgeben von kleinen Stabnadeln (*s*).

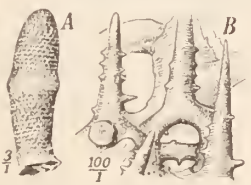



Fig. 124. *Bactronella*. *A B. pusilla* Hde. Oxford. Lochen. *B B. parvula* Hde. Eocän. Victoria. Gerüst aus dornigen Vierstrahlern.

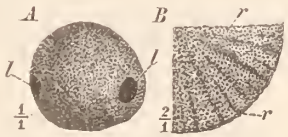



Fig. 125. *Porosphaera globularis* Phill. sp. Obere Kreide; Oberes Senon. Rügen. *A* Außenansicht. *l* die weite Röhre, ursprünglich von einem umwachsenen Fremdkörper eingenommen. *B* Radialschnitt; *r* Radialkanäle.

a) Skelett ungegliedert, massig. Kanalsystem verzweigt, oft rudimentär. Devon — Kreide (Gegenwart) (126—128). **2. Inozoa.**

b) Skelett gegliedert, aus tonnenförmigen oder kugligen Kappen zusammengesetzt, die über- oder auch zugleich nebeneinander gefügt sind. Kanäle einfache Wandröhren (129). Unt. Karbon — Ob. Kreide.
**3. Sphinctozoa.**

### 1. Lithonina.

Außer zwei lebenden Gattungen gehören hierher einige meist sehr kleine fossile Formen, wie

**Bactronella** Ilde. (124). Kleine, zylindrische oder keulenförmige Körper. Skelett aus Vierstrahlern aufgebaut, deren dorniger Spitzenarm frei nach außen ragt, wie bei *Petrostroma* (121 *B*). Feine Radialkanäle senkrecht zur Oberfläche. Aus Jura und Eocän bekannt. Nahe verwandt damit

**Porosphaera** Stmn. (125). Freie oder um einen Fremdkörper gewachsene, kuchenförmige, kuglige oder zylindrische Körper mit zahlreichen feinen Radialröhren (*r*), selten mit verzweigten Oberflächenfurchen. Sehr häufig in der oberen Kreide, namentlich im Senon Nordeuropas.

### 2. Inozoa.

Hierher gehört die Hauptmasse der fossilen *Pharetronen*, die namentlich in Trias, Jura und Kreide häufig und vielfach gesellig auftreten. Schwammkörper sehr verschieden gestaltet, häufig mit Zentralhöhle (126) oder mit größeren Ostien (127). Runzelige, epithekartige Oberflächenschichten häufig ausgebildet (128). Das verzweigte Kanalsystem dieser Gruppe besitzen unter den lebenden Kalkschwämmen die *Leucones*.

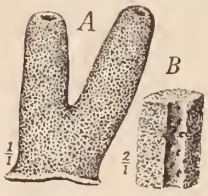



Fig. 126. *Peronidella furcata* Gf. sp. Cenoman. Essen a. d. R. *A* Ein Stück mit 2 Zentralröhren. *B* Innenansicht der Zentralröhre mit Kanalöffnungen.

Fig. 127. *Stellispongia variabilis* Mnstr. sp. Unterer Alpenkeuper St. Cassian, Südtirol. *A* ein knolliger Schwammkörper mit mehreren Zentralhöhlen und verzweigten Ausfuhrkanälen. *B* ein Schliff durch das Fasergewebe (dunkel). Die Faser enthält zahlreiche kurze, einachsige Kalknadeln.

**Stellispongia** d'Orb. (127). Knollige Körper mit 1 oder mehreren schwach vertieften Zentralhöhlen, in welche verzweigte Kanäle münden (*A*). Skelettfasern mit kleinen, einachsigen Nadeln (*B*). Alpenkeuper.

**Holcospongia** Ilde. (123). Körper halbkuglig oder aus halbkugligen Individuen zusammengesetzt. Verzweigtes Kanalsystem mündet in die seichte Zentralhöhle. Skelettfasern aus Drei- und Vierstrahlern, sowie aus Stabnadeln bestehend. Häufig im Jura.

**Peronidella** Zitt. (126). Körper ± zylindrisch, häufig zusammengesetzt. Zentralröhre tief. Kanalsystem fehlend oder schwach entwickelt. Devon — Kreide, bes. häufig in Jura und Kreide.

**Elasmostoma** From. (128). Blatt- bis trichterförmig. Ober-(Innen-)seite mit glatter Deckschicht und seichten Kanalöffnungen. Kreide.

### 3. Sphinctozoa (129).

Zylindrische oder keulenförmige, einfache oder zusammengesetzte Körper, die durch gewölbte Querböden in einzelne Kammern geteilt sind. Das Innere der Kammern oft durch lockeres Gewebe ausgefüllt. Wände von zahlreichen oder vereinzelten, geraden Kanälen durchbohrt. Zuweilen eine axiale Röhre vorhanden. Hierher gehört der kleinere Teil der *Pharetronen*. Von Unterkarbon — Kreide in allen Formationen. Das einfache Kanalsystem findet sich bei den lebenden *Sycones* wieder.

**Barroisia** M.-Ch. (129). Zweige des buschigen Skeletts zylindrisch, aus übereinander gereihten hohlen Kammern zusammengesetzt (*B*). Seitenwände und Decken der Segmente von zahlreichen geraden Kanälen (*Bd*) durchbohrt.

Fig. 128. *Elasmostoma acutimargo* Rö. Neocom. Berklingen, Braunschweig. Die Oberseite mit glatter Deckschicht, in welcher sich unregelmäßige Öffnungen befinden.

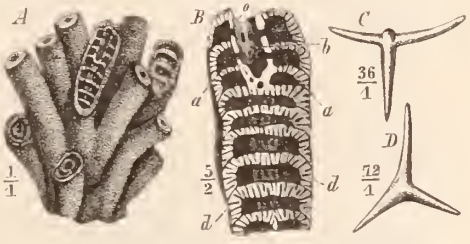



Fig. 129. *Barroisia anastomans* Mant. sp. Untere Kreide: Aptien. Farringdon, Berkshire. *A* ein buschiger Stock, z. T. angeschnitten. *B* das Stück eines Zweiges, schräg angeschnitten: *a* Grenzlinien zweier Segmente in der Außenwand; *b* Zentralröhre mit einer Reihe grober Löcher in jedem Segmente; *o* Öffnung der Zentralröhre; *d* Wandkanäle. *C*, *D* Nadeln.

Die einzelnen Segmente in der äußeren Wand deutlich voneinander geschieden (*Ba*). In der Achse des Zylinders findet sich eine, oft bis auf wenige gröbere Löcher geschlossene Zentralröhre (*b*). Skelettfaser aus drei- und vierstrahligen Nadeln (*C*, *D*) zusammengesetzt. Untere Kreide (Aptien).

## Anhang: Archaeozoa (130).

In den kambrischen Schichten finden sich in weiter Verbreitung (S. Europa, Nordamerika, Nordasien, Australien) trichter- bis becherförmige Körper von schwammähnlicher Gestalt mit einer bis auf den Grund reichenden Zentralhöhle und doppelter Wand (130 *A*, *C*).

Die äußere Wand (*Ba*) wird von feinen, die innere (*Bi*) von gröberen Löchern durchbohrt. Dazu kommen bei

**Archaeocyathus** Bill. *A*, *B* senkrecht und radial gestellte, durchbohrte Verbindungsplatten zwischen den beiden Wänden (*r*, bei

**Coscinocyathus** Born. (*C*) außer den Radialplatten regelmäßige, ebenfalls durchbohrte Horizontalplatten (*h*). Bei

**Spirocyathus** Hde. (*D*) findet sich zwischen Außen- und Innenwand ein Maschengewebe von nur undeutlich radialer Anordnung und

**Protopharetra** Born. stellt unregelmäßig verzweigte Körper mit Zentralröhren und *Pharetronen*-artigen Faserzügen dar.

Durch die kalkige Beschaffenheit des Skeletts und den ± schwammartigen Bau reihen sich die *Archaeocyathidae* am besten an die *Calcarea* an, deren älteste Vertreter sie vielleicht sind.

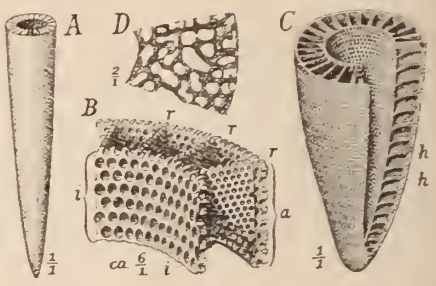



Fig. 130. *Archaeozoa*. *A Archaeocyathus acutus* Born. Unt. Kambrium. Sardinien. *B* Schematische Darstellung des Skeletts. *C Coscinocyathus* (halbschematisch). Unt. Kambrium. Sardinien. *D Spirocyathus atlanticus* Bill. sp. Unt. Kambrium. Labrador. Stück eines Querschnittes. *i* Innenwand; *a* Außenwand; *r* Radialplatten; *h* Horizontalplatten.

### Geologische Verbreitung der Calcarea.

Abgesehen von den *Archaeozoa* sind die ältesten *Calcarea* aus dem Devon bekannt, wo *Inozoa* spärlich erscheinen. Im Karbon treten *Sphinctozoa* dazu und beide Abteilungen setzen sich nun durch die mesozoische Zeit hindurch in reicher Entwicklung fort. Vom Malm an kennt man auch *Lithonina*. Die *Pharetronen* finden sich im allgemeinen in Flachwasserabsätzen, oft in sandigen oder konglomeratischen Gesteinen, nur selten aber mit *Incalcarea* zusammen (Malm). Die heutigen *Kalkschwämme* mit ihren isolierten Nadeln dürften wohl mit Recht als ihre Nachkommen angesehen werden, bei denen die Skelettfaser zumeist in freie Nadeln aufgelöst worden ist. Die heutigen *Calcarea* bewohnen wie die fossilen meist die Flachsee.

## III. Kreis: Coelenterata.

Von niedrigeren Tieren unterscheiden sie sich durch den Besitz von Nerven, Muskeln und beweglichen Organen (Tentakeln). Der meist deutlich radial-strahlig gebaute Körper enthält eine einzige Öffnung, den Mund, der von fleischigen Greiforganen (Tentakeln — 131*t*) umstellt ist. Durch den Mund tritt das Wasser in einen sackartig geschlossenen Verdauungs-, Leibes- oder Gastrovaskularraum ein und aus, während bei höheren Tieren ein an beiden Enden offenes Verdauungsrohr vorhanden ist. Nesselorgane sind für die Mehrzahl bezeichnend. Das Ektoderm scheidet häufig ein kalkiges oder horniges Skelett aus. Das Tier ist entweder festsitzend — Polyp, oder freischwimmend — Meduse.

Fast alle leben im Meere, wenige im Süßwasser. Sie bilden vielfach Kolonien.

Abgesehen von den fossil unbekannten Rippenquallen (*Ctenophora*), die keine Nesselorgane besitzen, werden sie folgendermaßen eingeteilt:

**I. Klasse: Scyphozoa.** Zwischen Mund und Leibeshöhle ein Schlundrohr. Leibeshöhle durch fleischige, radial gestellte Lamellen (Mesenterien) in Fächer geteilt.

1. **Anthozoa.** Korallentiere. Das Tier besitzt jederzeit die Form eines meist festsitzenden Polypen. Kalkiges Skelett in der Regel vorhanden. Fossil wichtig.
2. **Acalephae.** Im erwachsenen Zustande Meduse, in der Jugend Polyp. Ohne Kalkskelett. Fossil selten.

**II. Klasse: Hydrozoa.** Schlundrohr und fleischige Lamellen der Leibeshöhle fehlen. Zuweilen ein horniges oder kalkiges Skelett vorhanden. Fossil z. T. häufig.

## I. Unterklasse: Anthozoa.

Ausschließlich marine, festsitzende oder im Schlamm steckende, häufig zu Stöcken (Kolonien) vereinigte Tiere von walzen- oder verkehrt kegelförmiger Gestalt und meist ausgesprochen strahligem, in Wirklichkeit bilateralem Baue. Der an der Oberseite gelegene Mund führt durch

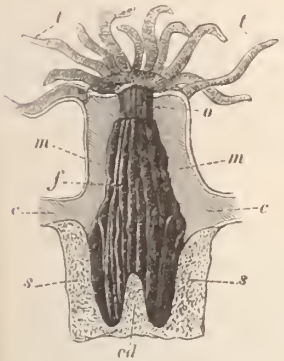



Fig. 131. Eine Anthozoe aus der Abteilung der *Zoantharia: Astroides calycularis* Lmk. sp. Mittelmeer. Längsschnitt durch ein Einzeltier. Das Kalkskelett (*s* und *cd*) punktiert, die Weichteile schraffiert, die Leibeshöhle dunkel gezeichnet. *f* Mesenterialfächer; *s* Septen; *cd* Säulchen.

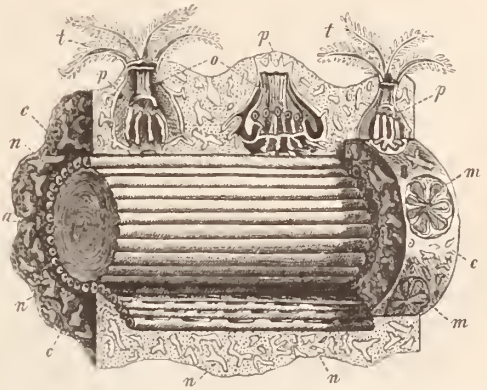



Fig. 132. Eine Anthozoe aus der Abteilung der *Alcyonaria: Corallium rubrum* Lmk. Mittelmeer. Ein aufgeschnittenes Stück der Edelkoralle. *a* die feste, aus verschmolzenen Kalkkörperchen bestehende Achse; um dieselbe herum die Weichteile. In dem von netzförmigen Kanälen (*n*) durchzogenen Cönosark (*c*) liegen die Polypen (*p, m*) eingesenkt; *p* der Länge, *m* der Quere nach durchschnittene Polypen.

*o* Magenrohr; *m* Mesenterien; *t* Tentakel; *c* Cönosark.

das Schlund- oder Magenrohr — *oesophagus* (131 *o* und 132 *o*) — in die allseitig geschlossene Leibeshöhle. Die Leibeswand (*derma*), welche sie umschließt, gliedert sich in den aboralen Fuß, die seitliche (zylindrische) Wand (*pallium*) und die oberständige Mundscheibe. Fleischige, radial

gestellte Scheidewände — Mesenterien (*m*) — gehen vom Fuß und der Wand aus in die Verdauungshöhle hinein und teilen dieselbe in eine entsprechende Zahl von Radialkammern oder Mesenterialfächern (*f*), welche sich gegen das Schlundrohr zu schließen und in die hohlen, einfachen (131 *t*) oder gefiederten (132 *t*) Tentakeln fortsetzen. Bei stockbildenden Formen entsteht durch Wucherung und Verwachsung der Einzeltiere oft eine von Kanälen (132 *n*) durchzogene Zwischenmasse zwischen den Einzeltieren, das Cönosark (*c*).

Die Skelettmasse der Korallen besteht aus aragonitischem Kalkkarbonat von feinfaseriger, radial strahliger Struktur. Das Skelett stellt im einfachsten Falle eine zylindrische, becher- oder trichterförmige, unten geschlossene Röhre dar, welche den unteren Teil des Polypen umschließt — Zelle.

Die vom Fuße ausgeschiedene Bodenplatte heißt Basis, die von der Wand erzeugte Röhre Epithek; die Wellen und Runzeln der letzteren bezeichnen das allmähliche Wachstum der Zelle.

Wächst das Tier nur langsam in die Höhe, so lagert sich der vom Fußblatt ausgeschiedene Kalk auf dem Boden des Kelches als kompakte Masse ab; bei rascherem Emporwachsen verlängert sich dagegen die Röhre und statt der kompakten Kalkmasse bilden sich, von unten nach oben fortschreitend, am Fußblatte durch leere Zwischenräume getrennte, ± horizontale Kalkblätter, Böden oder *tabulae*, deren letztgebildetes jeweils den Wohnraum des Tieres nach unten abschließt. An Stelle von vollständigen Böden treten aber häufig zahlreiche, ± gleichmäßig verteilte, gewölbte, blasenförmige oder auch schräg gestellte Teilböden, die den dahinter gelegenen Raum oft nur unvollständig abschließen — Dissepimente oder Traversen (155 *c*, 156 *c* — S. 114).

Die Gesamtheit solcher vom Polyp periodisch abgeschiedener Kalkblätter faßt man als Endothek zusammen.

Bei vielen sog. *Tabulata* besteht das Skelett nur aus den beschriebenen Teilen, bei andren, bes. bei den skelettbildenden *Zoantharia*, treten aber noch weitere Bildungen hinzu, die in Einfaltungen der Wand und des Fußes des Polypen entstehen, nämlich:

a) Die Septen oder Sternleisten (133 *a*, *b*, *I*, *II*, *III*; 134 *As*). Senkrecht und radial (wie die Mesenterien) gestellte Kalkblätter, die sich auf der Basis erheben und mit ihrem Außenrande an die Epithek (135 *Ae*) geheftet sind; der gegen die Achse gerichtete Innenrand und der nach oben gerichtete Oberrand sind frei. Die freien Ränder können ganzrandig (133 *a*) oder ± tief gezähnt oder gekerbt sein (*b*). Zuweilen treten an Stelle dieser Septalplatten Leisten oder Reihen von Stacheln, Dornen oder Höckern.

Echte Septen kommen nur bei den *Zoantharien* vor. Sie bilden sich niemals in oder an den, sondern stets zwischen 2 Mesenterien (134 *As*) und entstehen, wenn ihre Zahl 12, oft auch schon weniger, übersteigt, stets in bestimmter Reihenfolge und meist auch verschiedener Größe, in gesetzmäßigem Anschluß an die Mesenterien. Ihre Zahl und Stellung entspricht der der Mesenterialfächer und Tentakeln.

Falsche Septen (*Pseudosepten* 134 *Bs'*) heißen Septalbildungen, die bei *Alcyonarien* und *Tabulaten* vorkommen und vielfach nur als Reihen von Dornen

oder Körnern entwickelt sind; sie treten z. B. bei der Gattung *Heliopora* (134 *B*) nicht in gleicher Zahl wie die Mesenterien und nicht nur zwischen ihnen, sondern teils im Radius der Mesenterien (*m*), teils dazwischen auf (*s'*).

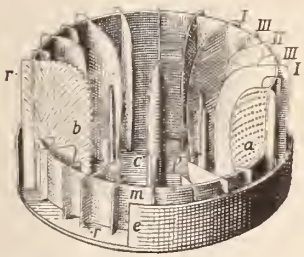



Fig. 133. Schematische Darstellung der Elemente eines *Zoantharien*-Skeletts. *e* Epithek; *m* Mauer; *I—III* Septen des 1. bis 3. Zyklus; *r* Rippen; *a* ganzrandiges Septum mit Körnerreihen, die dem Oberrande parallel verlaufen; *b* gezähntes Septum mit fiederstelligen Streifen; *p* Pfähle; *c* Säule.

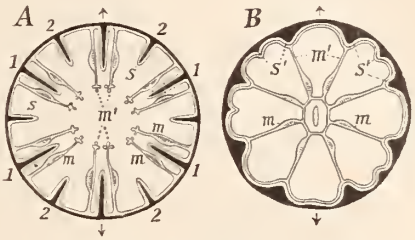



Fig. 134. Schematische Durchschnitte durch einen *Zoantharien-* (*A*) und einen *Alcyonarien*-Polyp (*Heliopora — B*). Die Pfeile bezeichnen die Symmetrieebene, das Kalkskelett ist schwarz gehalten. *m* Mesenterien; *m'* Richtungsmesenterien; *s* Septen; *s'* Pseudoscepten; 1 die 6 Septen des I., 2 die des II. Zyklus.

b) Die Mauer (*theka*), ein in einer Ringfalte des Fußes gebildeter Kalkzylinder, der stets innerhalb der Epithek und mit ihr konzentrisch liegt (133 *m*. Sie kann der Epithek hart anliegen und mit ihr verschmelzen (135 *Bm*) oder von ihr durch einen Zwischenraum getrennt bleiben. In diesem Falle ragen die Septen über die Mauer als Rippen (133 *r*) hinaus. Ein mauerartiges Gebilde, welches die echte Mauer vertreten kann, entsteht durch seitliches Zusammenwachsen der Septen (135 *C im*) oder durch Zusammendrängen der Traversen in geringerem oder größerem Abstande von der Peripherie — falsche Mauer, Pseudothek.

Fig. 135. Schematische Querschnitte von Korallenkelchen zur Verdeutlichung des Verhältnisses zwischen Epithek (*e*), Septen (*s*), Rippen (*r*), Mauer (*m*) und falscher (Innen-) Mauer (*im*).

c) Säule (*columella*) (133 *c*) wird eine pfeilerartige Erhebung der Basis genannt, die sich in der Achse des Tieres emporwölbt; sie kann als kompakter Stab oder als ein rundes, auch wohl plattiges Bündel von einzelnen Kalkstäben auftreten. Eine falsche oder Septalsäule entsteht durch Zusammenrollen oder Verwachsen der Innenränder der Septen.

d) Pfähle sind selbständig gewordene, ± pfeilerartige Abzweigungen des Innenrandes der Septen, die vor den Septen aufragen (133 *p*).

e) Synaptikeln nennt man Querbalken zwischen den Septen; sie können selbständig oder durch Zusammenwachsen von Körnern benachbarter Septen

(*Pseudosynaptikeln*) entstehen. Echte S. sind oft nur reduzierte Traversen, vertreten diese in manchen Fällen und gehören somit zu den endothekalen Bildungen.

Die Mauer und die Septen sind in der Regel dichte Kalklamellen; sie können aber auch von Löchern durchbohrt sein, welche den außerhalb der Mauer gelegenen Teil des Polypen mit dem innern, oder die Weichteile zu beiden Seiten eines Septums miteinander verbinden. Hierauf beruht die Unterscheidung der Gruppen der *Aporosa* (Porenlose) und *Perforata* (Durchbohrte).

Die Einzelkorallen pflanzen sich durch Eier fort, die stockbildenden daneben durch Teilung oder durch Knospung. In letzterem Falle bleiben die neuen Tiere mit dem Muttertiere in Verbindung, und es entstehen Stöcke von sehr verschiedener Gestalt. Es können nun die Tiere eines Stockes mit ihren Wänden oder Rippen in unmittelbarer Berührung bleiben, oder es schiebt sich eine durch Wucherung der Einzeltiere gebildete Zwischenmasse ein — *Cönosark* —, welches ein blasiges oder bei den perforierten Formen löcheriges Zwischenskelett, das Cönenchym, erzeugt. Neue Tiere knospen vielfach aus dem Cönenchym. Wandelt sich die Rippenregion unter Erhaltung des strahligen Baues in eine solche Zwischenmasse um, so spricht man von Rippencönenchym.

Die *Anthozoa* zerfallen in 2 große Abteilungen:

1. **Alcyonaria.** Stets nur 8 gefiederte Tentakeln und 8 vollständige Mesenterien. Fast immer stockbildend. Polypen im allgemeinen klein, stets durch Endodermfortsätze (Solenien) verbunden. Pseudosepten meist nur als Dornen, häufig fehlend. Skelett hornig oder kalkig, oft aus Kalknadeln gebildet.
2. **Zoantharia.** 6 oder mehr als 8 ungefiederte Tentakeln. Einfach oder stockbildend. Polypen meist groß. Skelett kalkig, aber nie aus Nadeln bestehend, hornig oder fehlend. Septen nehmen einen hervorragenden Anteil an der Zusammensetzung des Kelches, daneben oft Säule oder Pfähle.

## I. Ordnung: Alcyonaria.

Die Mehrzahl der heutigen *Alcyonaria* besitzt als Skelett entweder nur freie Kalknadeln (*Alcyonidae*) von verschiedener Gestalt oder feste, hornige, kalkige, oder hornig-kalkige Achsen (*Gorgoniden*, *Pennatuliden*), welche von der Tierkolonie ganz umhüllt werden (wie die Edelkoralle Fig. 136). Ein festes und zugleich röhriges Skelett findet sich nur vereinzelt.

Von wenigen Einzeltieren (*Protalcyonaria*) abgesehen, sind die *Alc.* Tierkolonien, deren einzelne Individuen durch endodermale Verbindungskanäle, Solenien, seitlich miteinander kommunizieren. Diese erscheinen entweder nur als kurze Querverbindungen zwischen den Polypen (und hinterlassen dann in den Kalkwänden runde Löcher), oder sie sind verlängert und

dabei meist netzartig verzweigt; in diesem Falle bilden sie eine ± mächtige Zwischenmasse (Cönosark) zwischen den Individuen. Die Solenien können von der Basis des Tieres oder von ihrer Seite und dann oft wiederholt entspringen. Die ungeschlechtliche Entstehung neuer Individuen findet meist aus den Solenien statt.

A. Als Beispiel der achsenführenden Formen (*Gorgonidae*) kann die heutige Edelkoralle

**Corallium** Lk. (132) gelten. Achse verzweigt, solide, ungegliedert, aus fest verschmolzenen Kalknadeln aufgebaut. Sie wird von der Kolonie umhüllt, die aus einem reichlichen, von Endodermkanälen (Solenien) durchzogenen Cönenchym (*c*) und den daraus sprossenden Polypen (*p*, *m*) besteht. Fossil im Jungtertiär.

In die Verwandtschaft der lebenden Gattung *Isis* Lin. (auch Tertiär), deren Achse in längere kalkige und kürzere hornige Stücke gegliedert ist, gehört

**Moltkia** Steenstr. (136). Die jüngeren Teile des Skeletts setzen sich aus Kalkgliedern zusammen, die durch hornige Zwischenstücke (*a*) verbunden waren. Oberfläche mit gewundenen Furchen der Endodermkanäle und flachen Kelchen (*b*), in denen 8 kleine Gruben erscheinen. Die älteren Teile des Skeletts kompakt. Häufig in der jüngsten Kreide (dänische Stufe) Nordeuropas.

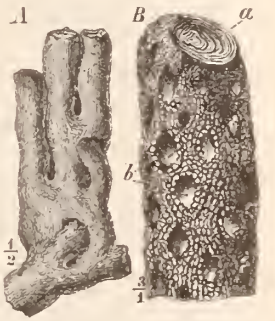



Fig. 136. *Moltkia Isis* Steenstr. Oberste Kreide (Dänische Stufe). Faxe auf Seeland. *A* ein älteres Achsenstück, scheinbar ungegliedert. *B* ein junges isoliertes Kalkglied mit der Abgliederungsfläche (*a*), den körnigen Längsstreifen und den flachen Kelchgruben (*b*).

B. Ein festes, zusammenhängendes, röhriges Kalkskelett besitzen unter den heutigen *Alcyonaria* nur die beiden Gattungen *Tubipora* und *Heliopora*. Tiere mit solchem Skelett waren aber in der Vorzeit, bes. im Paläozoikum sehr häufig. Man bezeichnet sie wegen des regelmäßigen Auftretens einfacher Böden als

## Tabulata. Bödenkorallen.

Sie bilden stets zusammengesetzte Korallenstöcke, die aus zahlreichen, meist engen und stark verlängerten Röhren mit festen Wänden bestehen. Die Wände können dicht oder von entfernt stehenden Poren durchbohrt sein (141 *a*). Die Röhrenzellen berühren sich meist in ihrer ganzen Länge (141), zuweilen sind sie nur locker verbunden und teilweise frei (137, 138), in seltenen Fällen werden die Röhren durch eine ebenfalls röhrenartige Zwischenmasse (Cönenchym) vereinigt (148 *r'*). Pseudosepten zuweilen deutlich entwickelt — 6 oder 12 (148 *r*) oder mehr, oft nicht in gesetzmäßiger Zahl, meist aber nur als Dornenreihen auftretend

oder fehlend. Die Röhren werden in der Regel durch zahlreiche, ebene (143 *Ct*), ± blasige (140 *Bt*) oder trichterförmige (137 *Atr*) Scheidewände (*tabulae*) abgeteilt. Im Paläozoikum reich vertreten, in mesozoischen Schichten nur noch vereinzelt.

Die wichtigsten Familien unterscheiden sich wie folgt:

A. Cönenchym fehlt. Wände dicht oder durchbohrt.

*α*) Röhrenzellen den benachbarten nicht ringsum fest anliegend (137, 138).

I. Röhrenzellen frei, mit den benachbarten periodisch durch Querröhren oder -blätter verbunden (137—139). **Syringoporidae.**

II. Röhrenzellen nur auf zwei Seiten mit den angrenzenden verwachsen, kettenartig aneinander gereiht (140). **Halysitidae.**

*β*) Röhrenzellen ringsum den angrenzenden fest anliegend (141—147).

I. Die Wände der Röhrenzellen von entfernt stehenden Poren durchbohrt (141—145). **Favositidae.**

II. Die Wände der Röhrenzellen dicht (146, 147).

a) Röhrenzellen durch Teilung sich vermehrend; die beginnende Teilung durch zackige Vorsprünge in der Röhrenzelle bezeichnet (146 *At*). Alle Zellen gleich **Chaetetidae.**

b) Röhrenzellen durch seitliche Sprossung sich vermehrend. Meist verschiedenartige Zellen vorhanden (147). **Monticuliporidae.**

B. Röhrenzellen durch ein ebenfalls röhriges oder blasiges Cönenchym verbunden. Wände undurchbohrt (148—151). **Heliolitidae, Helioporidae.**

**1. Fam. Syringoporidae** (137—139). Korallenstock aus ± langen, geraden oder gebogenen, freien zylindrischen Röhren bestehend, die periodisch

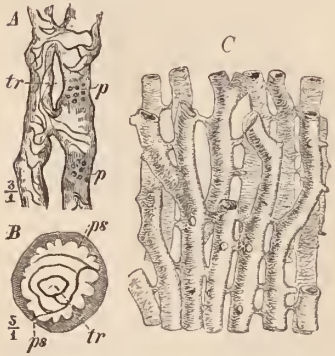



Fig. 137. *A, B Syringopora reticulata* Gf. Unterkarbon. England. Längsschnitt und Querschnitt. *p* und *ps* dornförmige Pseudosepten; *tr* trichterförmige Böden. *C Syringopora ramulosa* Gf. Unterkarbon. Schlesien. Ansicht in natürlicher Größe.

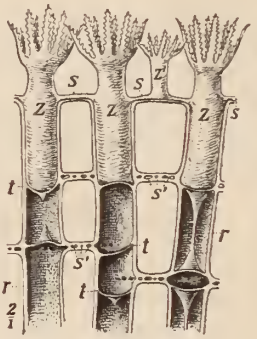



Fig. 138. *Tubipora musica* L. (schematisch). *r* Röhrenzellen; *t* Böden; *s* Solenien, *s'* deren zu Querplatten vereinigte Röhren; *z* Einzeltiere; *z'* durch Knospung aus den Solenien entstandenes junges Tier.

Fig. 139. *Aulopora repens* Gf. M. Devon. Eifel. Auf *Alveolites suborbicularis* (*a*) aufgewachsen. *r* Öffnungen der Röhrenzellen; *v* die Verbindungsröhren (Stolonen).

durch kurze, zylindrische Querröhren (137 *C*) oder aus solchen zusammengesetzte Querplatten (138 *s'*) miteinander verbunden sind. Im Innern der Röhren ebene oder gebogene, meist trichterförmige Böden (137 *tr*).

**Syringopora** Gf. (137). Die Wände der langen, gebogenen Zellen dicht, mit runzeliger Epithek; sie werden durch kurze, meist unregelmäßig gestellte Querröhren verbunden. Röhrenzellen mit einer wechselnden Zahl von Dornenreihen (*p, ps*) versehen und mit ± trichterförmigen Böden erfüllt, die sich auch in die Querröhren fortsetzen. Häufig vom Ob. Silur — Ob. Karbon.

Ähnlich gebaut, aber durch periodisch allseitig entwickelte, in Querplatten vereinigte Querröhren ausgezeichnet ist das silurische N.-Europa.

**Syringophyllum** *organum* L. Diese Gattung ähnelt wie verwandte devonische (*Chono-* und *Thecostegites* E. H.) im Aufbau der in den tropischen Meeren lebenden Orgelkoralle

**Tubipora** L. (138). Die Röhrenzellen enthalten bald ± ebene, bald trichterförmige, oft unregelmäßig gestaltete Böden (*t*) und das Tier bildet periodisch allseitig Solenien (*s*), die mit denen der Nachbartiere verschmelzen und in den Röhren der Querplatten (*s'*) eingeschlossen werden. Neue Tiere entstehen wie bei *Syringopora* aus den Solenien. Das Skelett ist aber porös und besteht aus verschmolzenen Kalknadeln.

In die Verwandtschaft der *Syringoporiden* gehört auch die Familie der

**Auloporidae.** *Aulopora* Gf. (139) gleicht im wesentlichen einer nicht in die Höhe gewachsenen, sondern auf einer Unterlage fortkriechenden *Syringopora*. Böden und Dornen sind schwach entwickelt. Silur — Karbon.

**2. Fam. Halysitidae** mit der einzigen Gattung

**Halysites** Fisch. (140 *A—C*). Kettenkoralle. Der Korallenstock besteht aus einer Anzahl seitlich zusammengedrückter, langer Röhrenzellen (*k*) mit runzeliger Epithek, welche an den schmalen Seiten kettenförmig miteinander verwachsen und sich zu dünnen, längsgefurchten Blättern vereinigen; diese stoßen in verschiedenen Richtungen aneinander (*C*) und lassen freie Räume zwischen sich. Zwischen den größeren Röhrenzellen (*Ak*), welche von gebogenen, weit abstehenden, oft unvollständigen Böden (*Bt*) durchsetzt werden, finden sich oft mehrere kleinere Zwischenröhren (*Ak'*) mit ebenen, enger gestellten Böden (*Bt*). Zwölf dornförmige Pseudosepten vorhanden oder fehlend. Ob. Silur, selten U. Silur. *H. catenularia* L. sp. (140). Obersilur. N.-Europa, N.-Amerika, China. Häufig als Diluvialgeschiebe in Norddeutschland.

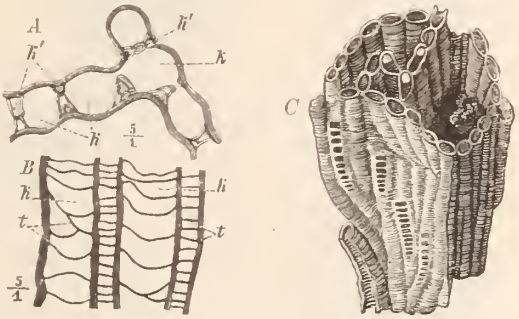



Fig. 140. *A—C Halysites catenularia* L. sp. Obersilur. Gothland. *A* Querschnitt. *B* Längsschnitt. *C* Ansicht des Stockes. *k* Röhrenzellen mit weiter abstehenden, gebogenen Böden (*t*). *k'* Zwischenröhren, enger und mit dichter gestellten, ebenen Böden (*t*) versehen.

**3. Fam. Favositidae.** Massige oder verzweigte Stöcke aus prismatischen, eng aneinander liegenden Röhrenzellen von wesentlich gleichartiger Beschaffenheit zusammengesetzt. Die Wände sind von

groben, entfernt stehenden Poren durchbohrt (141 *a*). Pseudosepten durch Längsreihen von Dornen oder Körnern angedeutet. Zahlreiche Gattungen vom Silur — Perm; besonders wichtig sind:

A. Massige Stöcke; Wände nicht oder wenig verdickt.

**Favosites** Lmk. (= *Calamopora* Gf.) (141; 142 *A*). Die Röhrenzellen des massigen Stockes sind polygonal, von zahlreichen Horizontalböden durchsetzt; ihre Wände von entfernt stehenden, meist in Längsreihen angeordneten Poren durchbrochen (*a*). Pseudosepten als Dornen entwickelt (Fig. 142 *A*). Unterseite des Stockes mit Epithek bekleidet.

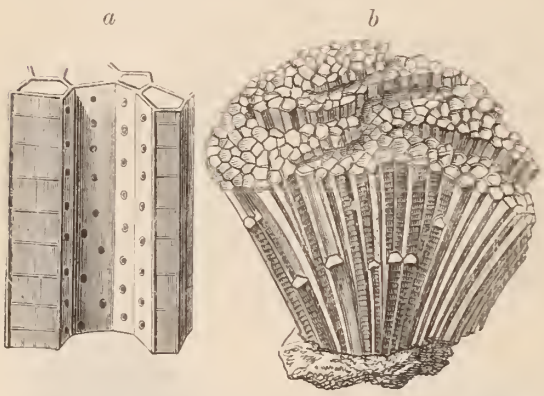



Fig. 141. *Favosites polymorpha* Gf. sp. M.-Devon. Eifel. *a* mehrere Röhrenzellen vergrößert, die Böden und Wandporen zeigend. *b* ein Stock in natürlicher Größe.

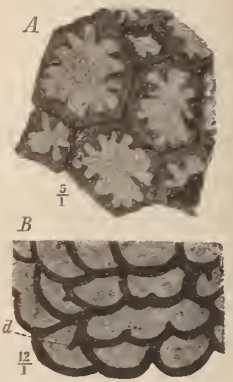



Fig. 142. *A Favosites Forbesi* E. & H. Obersilur. N.-Amerika. Querschnitt mit dornförmigen Pseudosepten. *B Alveolites suborbicularis* Lmk. M. Devon. Eifel. Querschnitt, halbmondförmige Röhrenzellen mit Längsleisten (*d*).

Diese außerordentlich häufige Gattung der *Tabulaten* ist durch zahlreiche Arten im Silur und Devon vertreten.

*F. Gothlandica* Lmk., *Forbesi* E. & H. (Fig. 141 *A*). Ob. Silur. N. Europa und N. Amerika. *F. polymorpha* Gf. sp. (Fig. 141). M. Devon. Eifel usw.

Nahe damit verwandt sind:

**Pleurodictyum** Gf. (143). Kleine, flache bis halbkugelige Stöcke mit ± ebener, von Epithek bedeckter Unterseite. Die kurzen Röhren mit wenigen oder ohne alle Böden. Wandporen meist zahlreich. Septaldornen oder schwache Leisten vorhanden. Devon.

*Pl. problematicum* Gf. (143) kommt häufig als Steinkern im Unterdevon Mittel- und Nordeuropas vor.

Der Stock ist auf einem wurmförmigen Fremdkörper (*As*) aufgewachsen; die Ausfüllungen der kurzen Röhrenzellen erscheinen als Gesteinsprismen mit nadelstichartigen Eindrücken (der Septaldornen), die verlängerten Solenien als zylindrische Verbindungsbalken zwischen den Prismen (*Aw*).

**Michelinia** de Kon. unterscheidet sich durch weite Röhren und blasenförmige Böden sowie durch sparsame, ungleichmäßig verteilte Wandporen. Devon bis Perm, häufig im Karbon. *M. favosa* Gf. sp. Subkarbon. Großbritannien, Belgien, Deutschland.

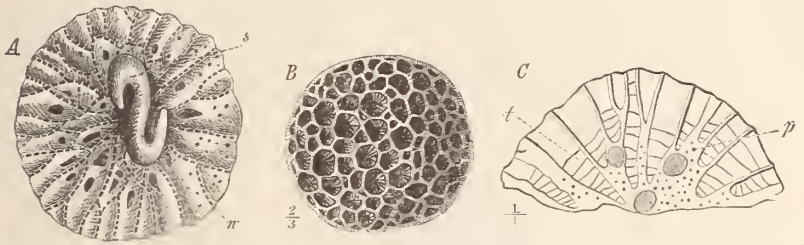



Fig. 143. *A Pleurodictyum problematicum* Gf. Unterdevon. Coblenz. Steinkern. *s* wurmartiger Fremdkörper, von der Koralle umwachsen. *w* die Hohlräume der Zellwände, von den ausgefüllten Solenien durchzogen. *B, C Pl. stylophorum* Eat. sp. Devon. Nordamerika. *B* von oben gesehen, die Entstehung neuer Zellen zwischen den alten und die Septalstreifen zeigend. *C* Vertikalschnitt. *t* Böden; *p* Wandporen. Die schraffierten Ringe deuten einen umwachsenen Fremdkörper an.

**Alveolites** Lmk. (139 *a*, 142 *B*). Flache, inkrustierende Stöcke; von *Favosites* durch die halbmondförmigen, schief auf der Oberfläche des Stockes mündenden Röhrenzellen (142 *B*) unterschieden. Im Innern der Zelle eine oder mehrere Längsleisten (142 *Bd*), die als Pseudosepten zu deuten sind. Im Ob. Silur und Devon verbreitet.

*A. Labechei* E. & H. Obersilur. Großbritannien, Gotland und als nordisches Diluvialgeschiebe. *A. suborbicularis* Lmk. (139 *a*, 142 *B*). M. Devon, Eifel, Ostalpen.

B. Meist verzweigte Stöcke, Wände ± stark verdickt.

**Pachypora** Ldst. (144). Ästige oder buschige Stöcke mit ± zylindrischen Ästen. Röhrenzellen in der Achse verlängert und mit wenig verdickten Wänden (*Aa*), dann ⊥ zur Oberfläche umbiegend unter starker Verdickung der Wände (*Ar*, *Bw*). Wandporen spärlich, weit, zu geraden oder ± gebogenen Röhren verlängert (*p*). Silur — Lias: in den Korallenkalken des M. Devon sehr häufig *P. cervicornis* Blv.

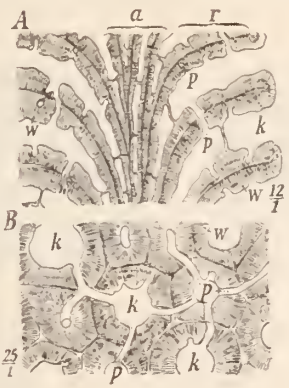



Fig. 144. *Pachypora curvata* W. & W. Perm. Saltrange, Indien. *A* Längsschnitt eines Astes, schematisch. *B* Tangentialschnitt. *a* Achsenregion; *r* Rindenregion; *k* Kelche; *p* Wandporen (-kanäle); *w* verdickte Wände.

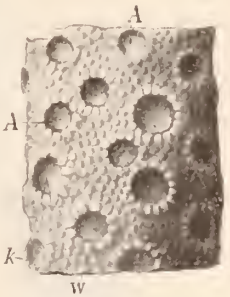



Fig. 145. *Trachypora ornata* Rom. M. Devon. N. York. *A* Kelche; *k* Kerben der wulstigen Kelchwand; *w* Warzen der Cönenchymoberfläche.

Unter den nahestehenden Gattungen ist

**Trachypora** E. H. (145) hervorzuheben. Hier sind die Kelchwände in der Achsenregion dünn, in der Rindenregion so stark verdickt, daß die flachen Kelche durch eine breite, gekörnelte Zwischenmasse getrennt werden; die Tiere waren offenbar nur noch wenig tief in das Skelett eingesenkt, vielmehr umkleideten sie mit der sie verbindenden Cönenchymmasse das achsenartige Skelett in ähnlicher Weise wie Corallium und (132) und Moltkia (136). Die Kerben in den gewulsteten Kelchwänden würden dem Austritt der Solenien in das Cönosark entsprechen. Devon und Karbon.

**4. Fam. Chaetetidae** (146). Massige Stöcke. Die langen prismatischen Röhrenzellen fest miteinander verbunden: ihre Wände dick, undurchbohrt. Pseudosepten fehlen. Die Vermehrung der Röhrenzellen geschieht durch Teilung; die in der Bildung begriffenen Wände sind im Querschnitte als vorspringende Lamellen sichtbar (*Al*). Böden zahlreich, eben, in ungleichen Abständen voneinander (*Bt*). Im Karbon häufig, selten im Mesozoikum.

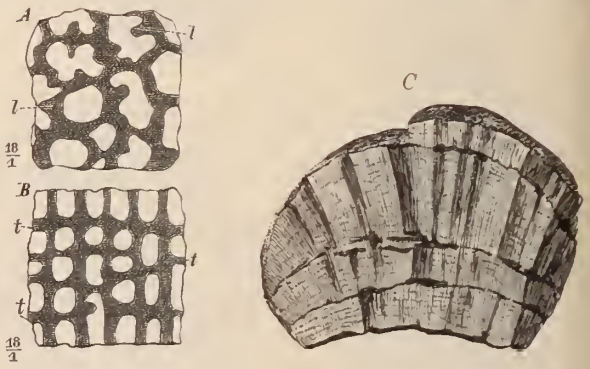



Fig. 146. *Chaetetes radians* Fisch. Karbon. Moskau. *A* Querschnitt einiger in Teilung begriffenen Röhrenzellen; *l* die neu entstehenden Zellwände. *B* Längsschnitt; *t* Böden. *C* Ansicht eines aufgebrochenen Stockes. $^1/_1$.

*Chaetetes radians* Fisch. (146). Häufig im Karbon von Rußland, England.

**5. Fam. Monticuliporidae** (147). Korallenstöcke selten massig, meist

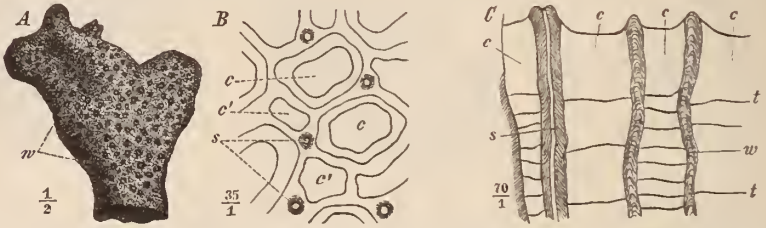



Fig. 147. *A, B Monticulipora* (*Heterotrypa*) *mammulata* d'Orb. Untersilur. Cincinnati, Ohio. *A* Ein Stück des Korallenstockes verkleinert, mit warzenartigen Erhebungen auf der Oberfläche (*w*). *B* Tangentialschnitt; *c* größere Koralliten; *c'* kleinere Koralliten; *s* dornförmige Koralliten. *C M.* (*Heterotrypa*) *ramosa* d'Orb. Längsschliff. Ebendaher. *w* verdickte Wände; *t* Böden; *c* und *c'* wie bei *B*. Die kleineren Koralliten sind fälschlich mit *c* statt *c'* bezeichnet.

verzweigt. Röhrenzellen durchschnittlich sehr klein, fest aneinander liegend, meist dünnwandig, oft von verschiedener Größe, durch Sprossung

sich vermehrend. Böden zahlreich, zuweilen unvollständig eben oder gewölbt. Pseudosepten und Wandporen fehlen. Silur — Trias. Die Hauptentwicklung dieser Familie fällt in das Untersilur. Die wichtigste Gattung ist:

**Monticulipora** d'Orb. (147). Korallenstock knollig, plattig oder verästelt. Die Röhrenzellen (Koralliten) entweder alle gleichartig (*Monotrypa*) und dünnwandig, oder von zweierlei Art, weitere, mit entfernt stehenden, und engere, mit gedrängt stehenden Böden, (*c* und *c'*); dazwischen oft sehr feine Röhren, sog. dornförmige Koralliten (*s*) ohne Böden. *Diplotrypa* mit dünnen, *Heterotrypa* (147) mit dicken Wänden. Zahlreiche Arten im Silur, besonders im Untersilur Nordamerikas und Rußlands, seltener im Devon und jünger (— Trias).

**6. Fam. Heliolitidae** (148, 149). Die Kelche durch ein ± reichliches Cönenchym aus dünnen Röhren oder Blasengewebe getrennt. Kelche und Cönenchymröhren mit dichten Wänden und mit zahlreichen ebenen oder blasigen Böden. In der Regel sind 12 gleichgroße Pseudosepten oder Dornenreihen entwickelt; ihre Ausbildung unterliegt aber erheblichen Schwankungen. Neue Kelche entstehen durch Knospung aus dem Cönenchym. Silur und Devon.

*Heliolites* Dana (148). Massige, knollige oder schwachästige Stöcke. Kelche meist mit 12 ± gut ausgebildeten Pseudosepten und schwach konkaven Böden; zuweilen ein kleines säulenartiges Gebilde, aber nur intermittierend entwickelt. Die polygonalen Cönenchymröhren eng, ohne Pseudosepten, mit dicht gedrängten Böden, durch Teilung sich mehrend. Im Silur und Devon häufig und fast über die ganze Erde verbreitet.

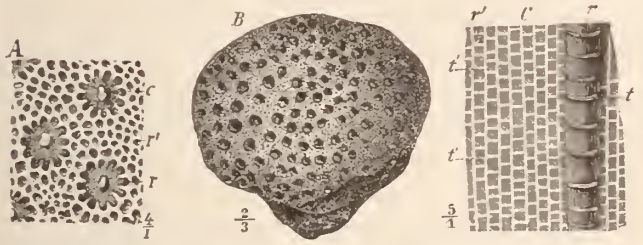



Fig. 148. *Heliolites*. *A H. interstinctus* L. Ob. Silur. Gotland. Ansicht der Oberfläche. *B H. porosus* Gf. sp. M. Devon. Eifel. Ansicht des Stocks. *C* Längsschnitt durch denselben. *r* Kelche mit weiten Böden (*t*); *r* Cönenchymröhren mit engen Böden (*t'*); *c* ein säulchenartiges Gebilde, das den meisten Arten fehlt.

Fig. 149. *Plasmopora petaliformis* Lonsd. Ob. Silur. Gotland. Zwei Kelche. Cönenchym (*c*) um die Kelche radial angeordnet (*c'*).

**Plasmopora** E. H. (149) unterscheidet sich von *Heliolites* durch ein ± unregelmäßig röhriges, unterbrochenes oder aufgelöstes Cönenchym, dessen Elemente in der Umgebung der Kelche meist strahlig angeordnet sind. Böden der Kelche oft blasig, konvex. Pseudosepten oft als Dornen. Nur Obersilur.

Durch eine weite zeitliche Lücke getrennt erscheinen in der Kreide ästige Formen von ähnlichem Bau, die mit der lebenden Gattung *Heliopora* als

**Fam. Helioporidae** (150, 151) zusammengefaßt und von manchen Forschern als die Nachkommen der *Heliolitidae*, von andren als wesentlich verschieden von ihnen aufgefaßt werden. Das Tier von

**Heliopora** Blv. (150) (Indischer Ozean) erzeugt ein plattiges Cönosark mit Solenien (*s*), welche nach unten blinde Fortsätze aussenden (*cs*) und so die Cönenchymröhren erzeugen. Das so gebildete Skelett unterscheidet sich im Aufbau von *Heliolites* durch kleinere und zahlreichere Cönenchymröhren, durch

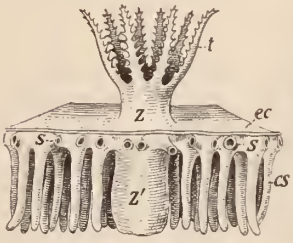



Fig. 150. Ein Zooid von *Heliopora coerulea* Pall. mit dem anliegenden Cönosark (ohne das Skelett). *z* zurückziehbarer oberer, *z'* unterer Teil des Zooid; *t* Tentakeln; *ec* Ektodermlage; *s* Endodermkanäle (Solenien); *cs* Cönosarkfortsätze.

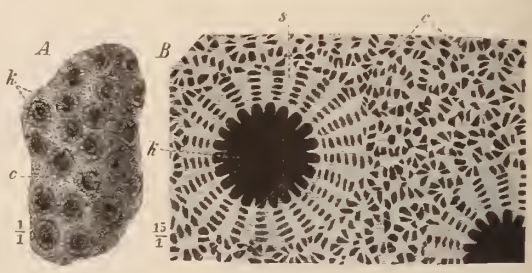



Fig. 151. *A Polytremacis macrostoma* Rss. U. Senon (Gosauschichten). Gosau, Salzkammergut. Ein Aststück des Stockes. *B H. Partschi* Rss. Ebendaher. Querschnitt. *c* Cönenchym; *s* dasselbe, strahlig angeordnet; *k* Kelche mit den Pseudosepten.

unvolkommene und an Zahl wechselnde (10—17, gewöhlich 15) Pseudosepten und eine weniger dicke und regelmäßige Mauer. Einige Arten in Kreide und Tertiär der indischen Region. Die in Ob. Kreide und Tertiär Südeuropas auftretende Gattung

**Polytremacis** d'Orb. (151) besitzt gut ausgebildete (16—32) Pseudosepten, eine schärfer umgrenzte Mauer und zuweilen strahlig um die Kelche angeordnete Cönenchymröhren, verknüpft somit *Heliolitidae* und *Helioporidae*.

### Geologische Verbreitung der Tabulata und Alcyonaria.

Die *Tabulaten* erscheinen im Silur und zwar sind hier die einzelnen Familien schon scharf voneinander geschieden. Sie beteiligen sich z. T. allein, z. T. zusammen mit den skelettbildenden *Zoantharien* und *Stromatoporen* in erheblichem Maße an der Zusammensetzung der paläozoischen Korallenriffe, bes. im Silur und Devon, in geringem Maße im Karbon und Perm. Aus mesozoischen Formationen kennt man nur noch wenige Vertreter der *Favositiden*, *Chaetetiden* und *Monticuliporiden*.

Vielfach werden heute noch die *Tabulaten* als eine ausgestorbene Gruppe der *Anthozoen* aufgefaßt, die keine deutlichen Beziehungen zu

den lebenden aufweist. Betrachtet man sie aber im Sinne vieler Zoologen und Paläontologen als *Alcyonarien* mit kompaktem Skelett, aus denen die heutigen Formen mit Skelettnadeln und Achsenskelett hervorgegangen sind, dann begreift sich leicht, daß sie gegen Ende der paläozoischen und in der mesozoischen Zeit mehr und mehr zurücktreten, und daß in der heutigen Fauna noch mehrere *Alcyonarien* (*Heliopora*, *Syringopora*, *Clavularia*) vorhanden sind, die abgesehen von gewissen Unterschieden im Skelett noch ganz den Bau und die Organisation altpaläozoischer *Tabulaten* besitzen. Die Seltenheit fossiler *Alcyonarien*, die man von der Trias an kennt, ist aus der weniger widerstandsfähigen Beschaffenheit ihrer Skelette verständlich.

Unter den mannigfaltig gestalteten *Heliolitiden* könnten aber auch sehr wohl Vorfahren von *Zoantharien* mit kleinen Kelchen und wenig Septen (*Tubocorallia* — S. 118) versteckt sein.

## 2. Ordnung: Zoantharia.

Die lebenden *Zoantharia* besitzen z. T. gar kein, z. T. ein horniges Skelett; fossil wichtig sind allein die Formen mit festem, steinigem Skelett (Steinkorallen), die als

### Madreporaria (= Scleractiniae), Steinkorallen,

zusammengefaßt werden. Im Gegensatz zu den *Tabulaten* und *Alcyonarien* stellen sie nicht selten Einzeltiere vor, meist aber wie jene Kolonien. Im allgemeinen herrscht im Bau der Skelette eine größere Mannigfaltigkeit und Komplikation, und die Größe der Zellen und die Art des Wachstums sind erheblichen Schwankungen unterworfen.

Die Septen sind meist zahlreich, an Größe und Stärke abgestuft und gewöhnlich in gesetzmäßiger Weise angeordnet. Pfähle und Säulchen sind oft entwickelt, und die endothekalen Bildungen zeigen sich nur bei den älteren Formen häufiger in der Form einfacher Böden, sonst nehmen sie ziemlich allgemein die Gestalt von blasigen oder schräg gestellten Dissepimenten oder von stabförmigen Synaptikeln an. Ebenso entsteht ein Cönenchym erst bei jüngeren Formen und zwar durch Wucherung der Tiere oder durch Verschmelzung ihrer randlichen Teile. Während bei vielen *Tabulaten* die Zellwände ursprünglich schon von Löchern durchbohrt waren, sind sie bei den *Madreporarien* des Paläozoikums fast ausnahmslos, bei späteren überwiegend dicht (*Aporosa*); erst im Mesozoikum erschienen einigermaßen häufig Gestalten, bei denen die Septen oder Wände oder beide ± porös werden

(*Perforata*), und diese perforierten Gruppen nehmen bis zur Gegenwart an Häufigkeit zu. Die Löcherigkeit der Skelette bildet sich aber in verschiedenen Gruppen selbständig heraus.

Septen. Die Entstehung und Anordnung der Septen unterliegt folgenden Gesetzmäßigkeiten.

1. Bei einem großen Teile der paläozoischen Korallen (gelegentlich auch noch bei jüngeren) erscheinen zuerst vier Septen, zuweilen von gleicher, meist aber von ungleicher Größe. Von den zwei in der Symmetrieebene der meist gekrümmten Zelle gelegenen Septen heißt das eine (gewöhnlich an der Konvexseite befindliche) Hauptseptum (152 *s*), das gegenüberliegende Gegenseptum (*s'*); sie sind häufig durch ihre Größe oder Kleinheit ausgezeichnet und das Hauptseptum (seltener das Gegenseptum) liegt oft in einer Grube (Septalfurche — *s*). Die beiden gleichen seitlichen heißen Nebensepten (*s''*).

Fig. 152. *A* Kelch einer paläozoischen Einzelkoralle (*Menophyllum*) mit deutlich zweiseitig symmetrischem Bau und fiedriger Anordnung der Septen; *s* Hauptseptum; *s'* Gegenseptum; (statt *s'* [rechts] lies *s''*) *s''* Nebensepten. Die übrigen Septen schalten sich in der Reihenfolge der Zahlen *1*—*7* ein.

Fig. 153. Außenansicht von *Streptelasma europaeum* F. Rö. Untersilur. Diluvialgeschiebe. Schlesien. *s* Hauptseptum. *s'* Seitenseptum. Dazwischen die andern fiederstelligen Septen der Haupt- und Nebenhälfte.

Die weiteren Septen fügen sich nun allgemein derart ein, daß sie sich in der Haupthälfte (152 oben) den Nebensepten parallel, gegen das Hauptseptum aber fiederig stellen und an Größe gegen dieses abnehmen, in der Gegenhälfte sich dem Gegenseptum parallel und mit abnehmender Größe gegen die Nebensepten fiederig anordnen (153). (Das paarweise Erscheinen der Septen und ihre Reihenfolge ist in Fig. 152 durch die Zahlen 1—7 ausgedrückt). Diese zweiseitig-symmetrische und zugleich fiederige Anordnung der Septen wird auch von außen deutlich erkennbar, wenn die Septen durch die dünne Epithek durchschimmern (153).

2. In andern Fällen schieben sich die Septen wohl paarig in Bezug auf die Haupt- und Nebensepten, aber nicht mehr fiederig, sondern radial ein, so daß nur die zweiseitige Symmetrie erhalten bleibt.

3. Bei manchen paläozoischen und bei der Mehrzahl der jüngeren Korallen erfolgt aber die Vermehrung der Septen in Zyklen, d. h. durch gleichzeitiges Einschieben einer Anzahl gleicher Septenpaare in radialer Stellung; und zwar werden bei den jüngeren Formen (*Hexacorallia*) in der Regel zuerst 6 gleiche Primärsepten — I. Zyklus (154—1), dann zwischen diesen 6 etwas

kürzere — II. Zyklus (1 5 4—2), dann in den so entstandenen 1 2 Abteilungen je 1 Septum von wiederum geringerer Größe — III. Zyklus (1 5 4 — 3), gebildet. Jetzt sind 6 + 6 + 1 2 = 2 4 Septen vorhanden. Die auf den IV. Zyklus fallenden 2 4 Septen entstehen aber nicht mehr gleichzeitig, sondern es treten zuerst 1 2 in den zwischen 1 und 3 gelegenen Räumen und dann die andern 1 2 in den zwischen 2 und 3 gelegenen Räumen auf usw. Es kommen aber mehrfach Ausnahmen von diesem Gesetze vor, indem die Zahl der Primärsepten 1 2, auch 8 oder 1 0 beträgt (*Stylinidae* — S. 1 1 9), oder indem eine bestimmte Gesetzmäßigkeit überhaupt nicht vorliegt.

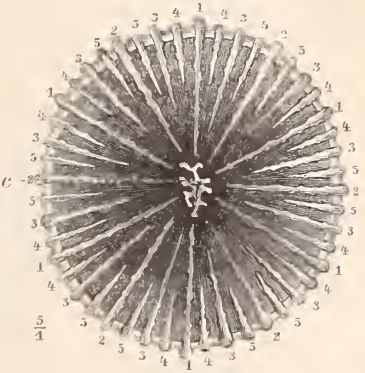


Fig. 154. Korallenkelch mit 6zähligen Septen in radiärer Stellung (*Parasmilia* — Kreide). *1* erster, *2* zweiter, *3* dritter, *4* u. *5* vierter Zyklus von Septen. *c* schwammiges Säulchen.

Die ursprünglich bei den Einzelkorallen des Paläozoikums ziemlich allgemein herrschende Fiederstelligkeit der Septen ist im Laufe der Zeit der radialen Stellung gewichen, am frühesten bei den stockbildenden Formen mit aneinander schließenden Zellen, und man hat jetzt erkannt, daß die 4- und 6-Zähligkeit nicht in erster Linie zur Unterscheidung natürlicher Gruppen, als welche man die 4-zähligen *Tetracorallia* des Paläozoikums und die 6zähligen *Hexacorallia* jüngerer Zeiten betrachtet hat, Verwendung finden kann.

Epithek und Mauer. Bei den einfachen paläozoischen Korallen bildet eine ± runzelige Epithek die äußere Hülle der Zelle bis an deren Rand. Eine (echte) Mauer entwickelt sich oft in unmittelbarem Anschluß daran. Bei stockbildenden Korallen geht aber die Epithek der einzelnen Zellen in dem Maße verloren, als die benachbarten Tiere sich berühren; die Zellen bleiben jetzt nur durch ihre Mauern getrennt, und die Epithek umgibt nur noch den ganzen Stock (Stockepithek). Da die Tiere vielfach im Laufe der Zeit immer mehr über den Rand der Zelle hinüber und an dieser abwärts gewachsen sind, so ist auch bei Einzelzellen die Epithek immer mehr nach unten zurückgedrängt und verkümmert. Daher ein gewisser Gegensatz zwischen den älteren Formen mit runzeliger, bis an den Rand der Zelle reichender Epithek — *Rugosa* — und den jüngeren mit mehr zurücktretender Epithek.

Schon bei paläozoischen Formen, namentlich bei massigen Stöcken, scheiden sich im Kelche häufig zwei Regionen von verschiedenem Bau; eine ± trichterförmig vertiefte, zentrale Achsenregion (1 5 6 *w'* — *w'*), welche von unten her durch Böden, und eine flache, oft breite, periphere Randzone (1 5 6 *e*), welche durch Blasengewebe aufgefüllt wird. An

der Grenze dieser beiden Regionen bildet sich bei jüngeren Formen gewöhnlich durch Verdickung der Septen oder durch Zusammendrängen von Dissepimenten oder Synaptikeln eine (falsche) innere Mauer (Pseudothek [156 *w'*]), die beim Zurücktreten der echten Mauer oder der Epithek als eigentliche Mauer erscheint (157). Dadurch erhält dann der außerhalb

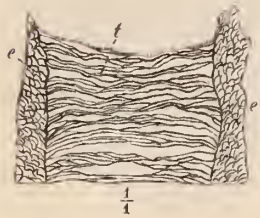



Fig. 155. Längsschnitt durch einen Korallenkelch mit schmaler Randzone (*Cyathophyllum* — Devon). Die breite Achsenregion ist mit welligen Böden (*t*), die schmale Randzone mit Blasengewebe (*e*) erfüllt.

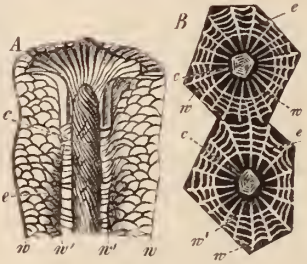



Fig. 156. Längs- (*A*) und Querschnitt (*B*) durch eine Koralle mit breiter Randzone (*Lonsdaleia* — Karbon). *w* Außenmauer; *w'* Innenmauer (Pseudothek); *e* Blasengewebe der breiten Randzone; *c* Säule, von Böden umgeben.

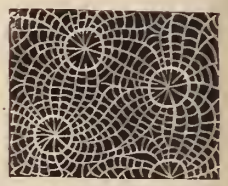


Fig. 157. Querschnitt durch eine Koralle mit zusammenfließenden Septen (*Phillipsastraea* — Devon). Die echte Mauer ist verschwunden, Pseudothek entwickelt.

dieser Mauer gelegene Teil der Septen den Charakter von Rippen, und wenn die Rippen benachbarter Kelche sich vereinigen, so entsteht zwischen den durch die Innenmauer begrenzten Kelchen ein Rippencönenchym, oder wenn die Innenmauer nicht deutlich entwickelt ist, fließen die benachbarten Kelche vermittelst ihrer Rippensepten ± vollständig zusammen (*Thamnastraeidae* [180 *B*]). Entsteht aber zwischen den mit echter Mauer versehenen Zellen eine Zwischenmasse durch eine Wucherung des Polypen, unabhängig von den Septalbildungen, so spricht man von (echtem) Cönenchym schlechtweg.

Nachdem sich die früher zur Unterscheidung der größeren Gruppen der *Rugosa* (= *Tetracorallia*) einerseits, der *Hexacorallia* andrerseits, und innerhalb letzterer der *Aporosa* von den *Perforata* verwendeten Merkmale als unbrauchbar erwiesen haben, läßt sich z. Z. nur eine provisorische Gruppierung vornehmen, die sich für die wichtigsten Familien etwa folgendermaßen stellt:

I. **Murocorallia.** Fast immer ± kegel- oder scheibenförmige Einzelzellen, selten unvollkommene Stöcke. Cönenchym nie entwickelt. Meist Epithek und echte Mauer vorhanden. Septen und Wand dicht. Septen meist ganzrandig.

a) Endothekale Gebilde fast immer vorhanden, Säule und Pfählchen fast nie entwickelt.

1. Septen fiederig angeordnet.
   α) Septen gut ausgebildet. Böden vorhanden. Blasige Randzone fehlt oder schmal. **1. Fam. Zaphrentidae.**
   β) Septen rudimentär. Zellen mit Deckel. Blasengewebe oder dichte Kalkmasse vorhanden. **2. Fam. Calceolidae.**
2. Septen radiär, meist blasige Dissepimente vorhanden. **3. Fam. Trochosmilidae.**

b) Endothekale Gebilde fehlen. Säule oder Pfählchen oder beides vorhanden. **4. Fam. Turbinolidae.**

II. **Tubocorallia.** Selten Einzelkorallen, fast stets Stöcke. Echtes oder Rippen-Cönenchym vorhanden. Kelche meist klein, Septen ganzrandig oder schwach gezähnt, wenig zahlreich und zurücktretend. Mauern und Septen zuweilen durchbohrt.

a) Mit Cönenchym.

1. Cönenchym und Mauer dicht.
   α) Stock locker verzweigt, mit mäßig großen, entfernt stehenden, über das Cönenchym herausragenden Kelchen, Septen und Säulchen wohl entwickelt. **5. Fam. Oculinidae.**
   β) Stock massiv. Rippencönenchym locker. Kelche klein oder mäßig groß, mit wenig Septen. Achsenregion meist mit Böden. **6. Fam. Stylinidae.**
2. Cönenchym und Mauer porös. Kelche sehr klein, mit wenig Septen. **8. Fam. Madreporidae.**

b) Ohne Cönenchym. Mauer und Septen sehr porös, in ein gitterförmiges Balkenwerk aufgelöst. **7. Fam. Poritidae.**

III. **Septocorallia.** Meist Stöcke, seltener Einzelzellen. Kelche gewöhnlich groß und mit ± zahlreichen gezähnten Septen, bei massigen Formen häufig durch Rippencönenchym verbunden, oder die Kelche durch die Septen zusammenhängend.

a) Septen stark und ± an Größe abgestuft.

1. Meist Stöcke, seltener Einzelkorallen von sehr verschiedenem Wachstum. Wand und Septen dicht.
   a) Einzelzellen oder massige, buschige oder verzweigte Stöcke. Septen in der Jugend oft fiederig; Kelche nie zusammenfließend. Achsenregion mit Böden, Randzone mit Blasengewebe. **9. Fam. Cyathophyllidae.**
   b) wie a, aber Kelche oft verfließend. Keine Böden, nur Dissepimente. Septen radial. **11. Fam. Astraeidae.**
   c) Septen rudimentär. Blasengewebe. **10. Fam. Cystiphyllidae.**
2. Einzelzellen oder Stöcke. Pseudothek und ein Teil der Septen durchbohrt. **12. Fam. Eupsammidae.**

b) Septen dünn und wenig an Stärke verschieden, häufig geschlängelt, ± zusammenfließend, oft mit Kämmen versehen und porös.

1. Einzelkorallen. **13. Fam. Cyclolitidae.**
2. Meist Kolonien. Kelche durch ihre Septen verbunden. **14. Fam. Phillipsastraeidae, 15. Fam. Thamnastraeidae.**

## A. Murocorallia.

**1. Fam. Zaphrentidae** (158, 159). Fast ausschließlich Einzelkorallen. Septen auch im Alter bilateral und meist deutlich fiederstellig; 1—4 Septalgruben. Fast nur Böden, selten eine schmale, blasige Randzone vorhanden. Eine einfache, der Epithek anliegende Mauer. Silur — Trias.

**Streptelasma** Hall. (158). Einfache, kreiselförmige, gekrümmte Kelche mit tiefer Höhle. Septen bis 120, abwechselnd lang und kurz; die längeren innen kraus zusammengerollt. Wegen der Dünne der Epithek sind die 4 Primärsepten und die fiederstelligen späteren auf der Außenseite erkennbar. Septalgrube undeutlich. Dichte, genäherte, vollkommene Böden. Unt. Silur. Europa, N. Amerika. *St. corniculum* Hall. N. Amerika.

An diese älteste Form schließen sich im Ob. Silur, Devon und Karbon und vereinzelt bis zur Trias mehrere ähnliche Gattungen, unter denen bes.

**Zaphrentis** (159) Raf. u. C. Ob. Silur—Karbon, mit tiefer Septalgrube vor dem Haupt- oder Gegenseptum (159) zu erwähnen ist. Der Kelch ist meist kreisrund, nicht selten auch oval.

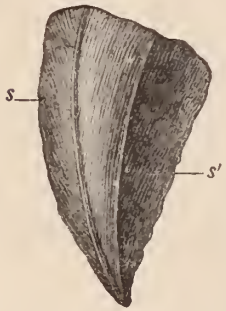



Fig. 158. *Streptelasma europaeum* F. Rö. Untersilur. Diluvialgeschiebe. Schlesien. *s* Hauptseptum. *s'* Seitenseptum. Dazwischen fiederstellige Septen.

Fig. 159. *Zaphrentis cornucapiae* E. H. Unterkarbon.

Fig. 160. *Calceola sandalina* Lmk. Mitteldevon (Calceola-Schichten). Eifel. Die obere Hälfte der Figur zeigt die Innenseite des Deckels, die untere den Kelch mit den fiederstelligen Septen. Das Hauptseptum liegt gegen den Beschauer zu.

**2. Fam. Calceolidae** (160). Einfach. Kelch tief, mit ± dichtgedrängten Blasen oder Kalkmasse erfüllt. Septalstreifen vierzählig oder fiederstellig. Ein einfacher oder aus mehreren Stücken zusammengesetzter Deckel vorhanden (der aber auch sonst gelegentlich bei paläozoischen Formen vorkommt). Silur und Devon.

**Rhizophyllum** Ldst. Zellen gebogen, von halbkreisförmigem Querschnitt, mit wurzelartigen Fortsätzen. Die Septenstreifen deutlich fiederig, das Hauptseptum an der gewölbten Seite, das Gegenseptum an der abgeplatteten Seite gelegen. Blasengewebe. Ein halbkreisförmiger Deckel. Ob. Silur und Unt. Devon. Bei der nahe verwandten devonischen

**Calceola** Lk. (160) ist die Zelle pantoffelförmig (Pantoffelkoralle), das Blasengewebe sehr dicht, die Wurzelfortsätze fehlen. Septen als Körnerstreifen auf der gewölbten Seite deutlich gegen das Hauptseptum konvergierend. Der Deckel bildet, wie die Streifensepten zeigen, nur die abgegliederte Fortsetzung der platten Wandseite. *C. sandalina* Lk. (160) Leitfossil für das untere Mitteldevon in Deutschland, Belgien, England.

**Goniophyllum** E. H. ist trapezförmig im Querschnitt, besitzt einen vierteiligen Deckel und 4 stärkere Septen in der Mitte der Seitenflächen. Ob. Silur, N. Europa.

Als radiär gebaute Nachkommen der *Zaphrentiden* sind die von Jura — Gegenwart bekannten

**3. Fam. Trochosmilidae** (161) anzusehen. Es sind freie oder festgewachsene, im Querschnitt ± ovale Zellen; nicht selten ist ein blattförmiges echtes oder ein falsches Säulchen vorhanden, aber niemals Pfähle. Septen ganzrandig, dem Oberrande parallel gekörnelt (161*s*). Dissepimente vorhanden, seltener fehlend.

a) Ohne Dissepimente.

Hierher gehören nur wenige, meist kleine und niedrige Formen aus Kreide, Tertiär und Gegenwart, von denen manche mit Dornen, Kämmen oder wurzelförmigen Fortsätzen versehen sind.

**Flabellum** Less. Zusammengedrückte Zellen mit rudimentären Säulchen und zahlreichen Septen. Tertiär und lebend.

b) Mit ± zahlreichen Dissepimenten.

**Placosmilia** E. H. Freie, zusammengedrückte Zellen mit blattförmigen Säulchen. Zahlreiche Septen und Rippen. Hauptsächlich Kreide, auch Eocän.

Fig. 161. *Parasmilia centralis* Mnt. sp. Obere Kreide: Senon. England. Zelle der Länge nach aufgesehnitten. *s* Septen; *c* Säulchen.

Fig. 162. *Cyathaxonia cornu* Mich. Unterkarbon. Belgien. Keleh. aufgebroehen. *s* Septalfurche; *s'* Sternlamellen; *c* Säulchen; *is* Interseptalräume; *cp* Epithek.

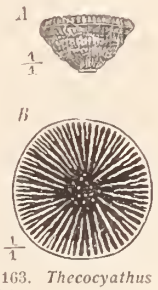



Fig. 163. *Thecocyathus mactra* Gf. sp. Unterster Dogger. Schwaben. *A* eine Zelle von der Seite gesehen. *B* von oben, die Septen, das Säulchen und die Pfählchen zeigend.

**Parasmilia** E. H. (154, 161). Kreiselförmig bis fast zylindrisch, meist gebogen, aufgewachsen. Zahlreiche Septen und schwammiges Säulchen. Kreide — Gegenwart, *P. centralis* Mnt. sp. häufig in der weißen Kreide N. Europas.

**4. Fam. Turbinolidae** (162, 163). Fast ausschließlich Einzeltiere mit dichter, echter Mauer. Septen gut ausgebildet, meist radial, selten bilateral, ganzrandig. Endothek fehlt so gut wie ganz; Kelch bis zur Tiefe frei. Häufig Säule und Pfählchen entwickelt. Silur — Gegenwart.

a) Säule, aber keine Pfählchen.

**Cyathaxonia** Mich. (162). Kleine, kegelförmige, freie Kelche mit Epithek (*ep*). Septen (*s'*) radiär, aber eine Furche bezeichnet die Lage des Hauptseptums (*s*). Ein weit vorragendes griffelförmiges Säulchen (*c*) vorhanden. Kohlenkalk von Belgien und England.

**Turbinolia** Lk. Habituell der vorigen ähnlich, aber ohne Epithek. Die Septen setzen als scharfe, blattartige Rippen auf die feingrubige Außenseite fort. Tertiär und lebend.

Hierher zahlreiche Gattungen aus Kreide, Tertiär und Gegenwart.

b) Säule und Pfählchen entwickelt.

**Thecocyathus** E. H. (163). Kleine, niedrig kreiselförmige Kelche, in der Jugend angewachsen, später frei. Epithek runzelig und längsgefaltet, fast so hoch wie die zahlreichen, welligen Septen. Das bündelförmige Säulchen von zahlreichen, lappigen Pfählchen umgeben. Lias — Gegenwart.

Hierher gehören eine Reihe Gattungen, die von der Kreide — Gegenwart reichen (u. A. auch *Caryophyllia cyathus* L. — Mittelmeer).

## B. Tubocorallia.

Diese Gruppe umfaßt meist kleinzellige, stockförmige Korallen des Mesozoikums und Känozoikums, deren paläozoische Vorfahren nur unvollkommen bekannt sind.

**5. Fam. Oculinidae** (164). Zusammengesetzte, locker verzweigte, selten massige Stöcke; Vermehrung durch Seitenknospen. Die gewöhnlich kleinen Kelche durch ein dichtes Cönenchym getrennt, über welches die Kelche mit den kompakten Mauern etwas hinausragen. Septen ± zahlreich, radial und fein gezähnt, bei älteren ganzrandig und oft bilateral; zuweilen 8 oder 10 zählig. Oft eine echte oder falsche Säule vorhanden. Interseptalräume meist leer; Kelche durch kompakte Kalkmasse aufgefüllt. Jura — Gegenwart.

Diese kleine Gruppe enthält eine Anzahl bes. in Tertiär und in der Gegenwart häufiger Gattungen.

**Enallohelia** E. H. (164). Ästige Stöcke mit häufig zusammengewachsenen Ästen. Kelche ± zweizeilig, in ein geripptes Cönenchym eingebettet (*B*), tief. Septen wenig zahlreich, oft 4- oder 5zählig. Säule schwach entwickelt. Jura und Kreide, häufig im schwäbischen Malm.

**Oculina** E. H., tertiär und lebend, zeichnet sich durch den Besitz von Pfählchen und einer meist gut ausgebildeten Säule aus.

**6. Fam. Stylinidae** (165). Massige, seltener verzweigte Stöcke. Kelche, durch ein ± breites Rippencönenchym getrennt. Septen radiär, wenig zahlreich, an Stärke abwechselnd, nie über den Kelchrand hervorragend noch in der Mitte zusammenstoßend, im 1. Zyklus 4, 5, 6, 8, 10 oder 12zählig, ganzrandig oder feingezähnt. Seitenflächen parallel dem Oberrand gekörnelt. Traversen im Kelch und Cönenchym vielfach bodenartig (165 *B*) oder blasig. Trias — Tertiär (? Gegenwart).

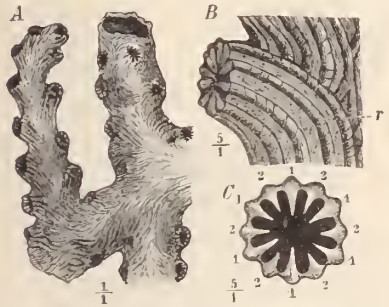



Fig. 164. *Enallohelia compressa* Mnstr. sp. *A* ein verzweigtes Stück des Stockes. *B* ein kleines Stück vergrößert; *r* Rippen. *C* ein Kelch von oben mit zwei Zyklen von Septen. *1* erster, *2* zweiter Zyklus.

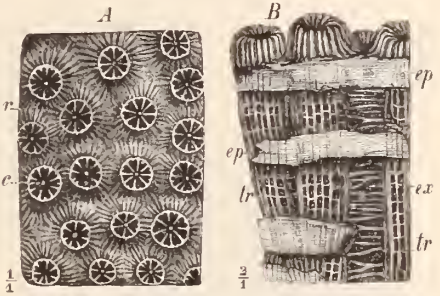



Fig. 165. *Stylina Labechei* E. & H. Unt. Malm: Oxford. England. *A* Stück eines Stockes von oben (8zählige Septen!). *B* einige angewitterte Kelche von der Seite; *tr* Traversen der Kelche, *ex* Böden; *r* Rippen des Rippencönenchyms; *ep* Epithek; *c* Säulchen.

**Stylina** Lmk. (165). Stock massig oder knollig, mit gefalteter Epithek (*B ep*). Zellen durch ein von bodenartigen Traversen (*tr*) durchsetztes Rippencönenchym (*r*) (Exothek) getrennt. Kelche vorstehend. Septa ganzrandig, nach der 6-, 8- oder 10-Zahl geordnet. Traversen reichlich (*tr*). Säulchen griffelförmig (*c*). Trias — Kreide, besonders häufig im Jura.

Die Nachkommen dieser Familie sind wahrscheinlich in der tertiären und lebenden *Astraeopora* Blv. zu suchen, deren Rippen und Wände fensterartig durchbrochen sind. Sie besitzt auch die abweichende Septenzahl, die zurücktretenden und an Größe abwechselnden Septen sowie die bodenartigen Traversen der *Styliniden*.

In die Verwandtschaft der *Styliniden* gehört ferner eine Gruppe kleinzelliger Korallen von massiger Gestalt, deren Kelche polygonal sind und sich berühren oder rund und durch ein schmales, oberflächlich gekörneltes Rippencönenchym getrennt werden. Wenig zahlreiche Septen mit gekörneltem Rande und ein Säulchen vorhanden. Septen auch 8- oder 10zählig. Sie werden neuerdings mit einigen ähnlichen, vorwiegend tertiären und lebenden Formen, wie *Stylophora* usw., zu der Familie **Pocilloporidae** vereinigt.

In Jura und Kreide sind häufig:

**Astrocoenia** E. H. ohne Pfählchen.
**Stephanocoenia** E. H. mit Pfählchen.

**7. Fam. Poritidae** (166). Massige oder verzweigte Stöcke mit kleinen, polygonalen Kelchen, die sich meist unmittelbar berühren. Septen gering an

Zahl. Wand und Septen stark löcherig oder in ein Balkennetz aufgelöst. Kreide — Gegenwart.

**Porites** Lk. (166). Der Stock ist ganz porös, knollig oder schwach ästig, am Grunde mit Epithek überzogen. Meist 12 Septen, die mit den Pfählchen und der Säule zu einem porösen Gewebe sich vereinigen. Seit der Kreide bekannt, häufig tertiär und lebend. Mit einigen verwandten Gattungen zusammen heute als wichtiger Riffbauer tätig.

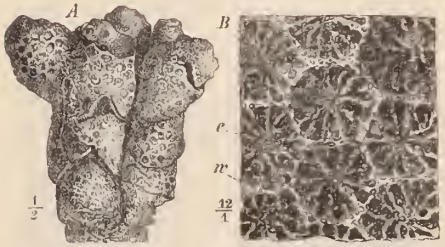



Fig. 166. *Porites ramosa* Rss. Oligocän. Vicentin. *A* Stück eines verzweigten Stockes. *B* Querschnitt einiger Zellen. *w* poröse Wand; *c* Säule mit den Pfählchen.

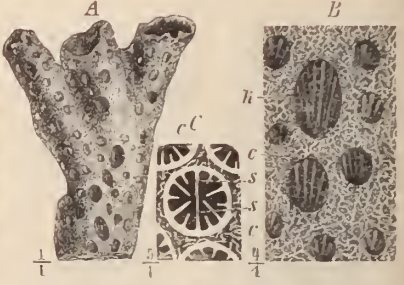



Fig. 167. *Madrepora Solanderi* Dfr. Obereocän. Aey, Dép. Oise. *A* ein Stück in natürlicher Größe. *B* die etwas abgeriebene Oberfläche vergrößert. *k* Kelche, die Reste der Septen und die durchbohrte Mauer zeigend; *c* Cönenchym. *C* ein Kelch mit 12 Septen; *s* die 2 bis zur Mitte reichenden Septen; *c* Cönenchym.

**8. Fam. Madreporidae** (167). Meist ästige Stöcke. Die kleinen Kelche in ein poröses, aber ziemlich solides, ± steiniges Cönenchym eingebettet. Säule fehlt. 6 oder 12 dichte Septen, von denen 2 besonders große in der Mitte zusammenstoßen (*C's*). Mauer und Cönenchym porös. Basalgebilde fehlen. Die seit dem Eocän bekannte Gattung

**Madrepora** L. (167) bildet große, verzweigte Stöcke; sie beteiligt sich mit zahlreichen Arten in erheblichem Maße am Aufbau der heutigen Korallenriffe.

## C. Septocorallia.

**9. Fam. Cyathophyllidae** (168 - 171). Hierher rechnet man die Mehrzahl der paläozoischen, meist stockbildenden Korallen. Im Jugendstadium zeigen sie vielfach noch bilaterale und fiederstellige Septen, später radiär geordnete. Eine echte Mauer meist mit der Epithek vereinigt. Daneben eine pseudothekale Innenmauer häufig deutlich ausgebildet. In der Achsenregion Böden, in der ± breiten Randzone Blasengewebe. Das Wachstum ist sehr mannigfaltig, doch bleiben die Zellen immer gesondert.

a) Ohne Säulchen (168, 169).

**Cyathophyllum** Gf. (168). Einfach, oder buschige oder massige Stöcke. Zahlreiche wohlentwickelte, zuweilen bilateral geordnete Septen reichen meist bis zur Mitte des Kelches, dazwischen gewöhnlich regelmäßig abwechselnd

kürzere. Randzone ± breit, mit Blasengewebe aufgefüllt, Zentralregion mit Böden von oft unregelmäßiger Gestaltung.

Diese vom Obersilur — Karbon reichende Gattung ist sehr manigfach gestaltet. Es gibt z. B. im Mitteldevon:

a) Große Einzelzellen oder massige Stöcke mit breiter Randzone, die durch Wulst von der Kelchgrube getrennt ist. *C. helianthoides* Gf. (168).

b) Hornförmig gekrümmte, zylindrische Einzelzellen mit schmaler Randzone. *C. ceratites* Gf.

c) Buschige Stöcke aus zylindrischen Zellen, die oft durch Ausläufer verbunden sind. Randzone nur schwach ausgeprägt. *C. caespitosum* Gf.

d) Massige Stöcke aus kleinen polygonalen Zellen mit trichterförmiger Grube. Randzone kaum entwickelt. *C. quadrigeminum* Gf.

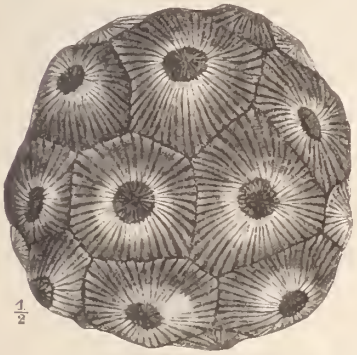



Fig. 168. *Cyathophyllum helianthoides* Gf. M.-Devon. Eifel. Die Grenzen der Zellen durch schwarze Linien bezeichnet. Die Kelchgrube von einer breiten, flachen Randzone umgeben.

Fig. 169. *Omphyma subturbinata* d'Orb. sp. Obersilur. Insel Gotland. *w* wurzelförmige Anhänge der Epithek.

**Omphyma** R. & Cl. (169). Einfache, große, kreiselförmige Zellen mit dünner, in wurzelförmige Anhänge (*w*) verlängerter Epithek. Die zahlreichen, abwechselnd langen und kurzen Septen reichen nicht bis zur Mitte des Kelches. Durch die geringe Breite der mit Blasen erfüllten Randzone und durch die 4 Septalgruben nähert sich diese Gattung den *Zaphrentiden*. Ob. Silur.

**Acervularia** Schweig. Massige oder rasenförmige Stöcke, ähnlich *Cyathophyllum*, aber mit deutlich abgegrenzter Innenmauer. Kelche sehr verschieden groß. Ob. Silur.

### b) Mit Säulchen (*Axophyllidae* — 156, 170, 171).

**Lithostrotion** Phill. (170, 171). Büschelförmige Stöcke mit runden, oder massige Stöcke mit polygonalen Zellen, ähnlich *Cyathophyllum*. Randzone schmal. Ein griffelförmiges dünnes Säulchen vorhanden. Karbon (und Perm) häufig.

L. *caespitosum* Mart. sp., *junceum* Fl. sp. Büschelförmig. } Karbon,
L. *basaltiforme* Phill. sp. Massig; Kelche polygonal. } verbreitet.

**Lonsdaleia** M. Coy (156, S. 114). Massige oder bündelförmige Stöcke mit deutlich ausgebildeter Innenwand (*w'*). In der Achsenregion eine dicke,

gedrehte Säule (*c*), die durch Vereinigung der Septenenden und der aufgewölbten Böden gebildet wird. Die zahlreichen Septen bilateral geordnet. Karbon und Perm.

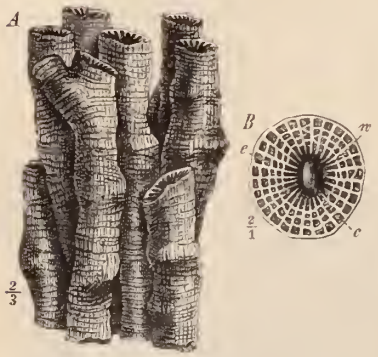



Fig. 170. *Lithostrotion caespitosum* Mart. sp. Unterkarbon. Belgien. *A* schwach verkleinerte Ansicht eines Stockes. *B* vergrößerter Querschnitt eines Kelches; *w* Innenwand; *e* Endothek; *c* Säulchen.

Fig. 171. *Lithostrotion basaltiforme* Phill. Unterkarbon. England.

Fig. 172. *Cystiphyllum vesiculosum* Gf. sp. M. Devon. Eifel. Der Länge nach durchschnittener Kelch, das endothekale Blasengewebe und die kaum angedeuteten Septen zeigend.

**10. Fam. Cystiphyllidae** (172). Einfache, zylindrische bis kreiselförmige Zellen, selten unvollkommene Stöcke. Septen rudimentär, ± radiär geordnet. Nur Blasengewebe. Silur — Karbon.

Die im Silur und Devon wichtigste Gattung ist

**Cystiphyllum** Lonsd. (172). Auf dem Boden des trichterförmig vertieften oder flachen Kelches ist das Blasengewebe sichtbar, welches von feinen radialen Septenstreifen bedeckt wird. Epithek runzelig. Zellen zuweilen sehr groß. *C. vesiculosum* Gf. sp. M. Devon, Europa, N. Amerika, Australien.

**11. Fam. Astraeidae** (173—176). Als Nachkommen der *Cyathophyllidae* weisen sie nicht nur die gleiche, sondern noch größere Mannigfaltigkeit der Form auf. Bei massigen Stöcken fehlt die (echte) Außenmauer meist, und ein Rippencönenchym schiebt sich häufig zwischen die (falschen) Innenmauern der Kelche ein. In der Achsenregion kaum je noch Böden, dagegen häufig ein falsches Säulchen; sonst nur Dissepimente. Septen radiär und fast durchgängig 6zählig angeordnet. Hierher die Mehrzahl der mesozoischen und jüngeren Korallen.

a) Einfache Zellen (173).

**Montlivaultia** Lx. (173). Freie oder festgeheftete Zellen von scheiben-, kegel- oder röhrenförmiger Gestalt, mit dünner, runzeliger, oft unvollkommener Epithek, aber ohne deutliche Mauer. Zahlreiche gerade, gezähnte oder gelappte Septen, zwischen denen reichliche Dissepimente. Säule fehlt. Trias — Tertiär, (? Lebend), häufig in Jura und Kreide.

b) Ästige Stöcke, durch Selbstteilung entstanden (174).

**Calamophyllia** (= »*Lithodendron*«) (174). Bündelförmige oder buschige Stöcke mit langen zylindrischen Zellen, die nach der Teilung

Fig. 173. *Montlivaultia caryophyllata* Lmk. Oberer Dogger (Großoolith). Caen, Normandie. Von der Seite (obere Figur) und von oben (untere Figur) gesehen.

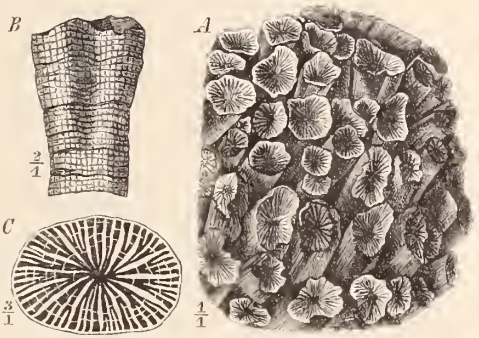



Fig. 174. *Calamophyllia subdichotoma* Mnstr. Unterer Alpenkeuper. St. Cassian, Südtirol. *A* Teil eines rasenförmigen Stockes von oben. *B* eine in Zweiteilung begriffene Zelle von der Seite. *C* Quersehnitt eines Kelches, die Septen und Traversen zeigend.

rasch frei werden. Zellen ± kreisrund oder buchtig, außen schwach gerippt und mit einzelnen Epithekringen versehen. Zahlreiche Dissepimente. Keine Säule. Diese und die nahe verwandte

**Thecosmilia** E. H. (= *Cladophyllia*), mit stärkerer Epithek, von Trias — Tertiär, häufig in Jura und Kreide.

c) Massige Stöcke, durch Kelchknospung oder Teilung gebildet (175).

**Isastraea** E. K. (175). Knollige Stöcke mit tiefen, polygonalen Kelchen, die sich durch ihre echten Mauern berühren. Ein unvollkommenes falsches Säulchen. Unterseite mit Epithek. Trias — Kreide.

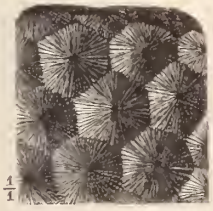



Fig. 175. *Isastraea helianthoides* Gf. sp. Oberer Malm. Nattheim, Schwaben.

Fig. 176. *Leptoria Koninckı* Rss. Oberes Turon (Hippuritenkreide). Gosau, Salzkammergut.

**Latimaeandra** d'Orb. ist davon nur durch die teilweise zusammenfließenden und in Reihen geordneten Kelche unterschieden. Mesozoikum.

**Heliastraea** E. H.). Halbkuglige oder plattige Stöcke, deren Kelche durch Rippenconenchym getrennt und mit einem ± aufgewulsteten Rande versehen sind. Eine schwammige falsche Säule. Häufig von Trias — Gegenwart.

d) Massige Stöcke durch Teilung entstanden, mit zusammenfließenden Kelchreihen (176).

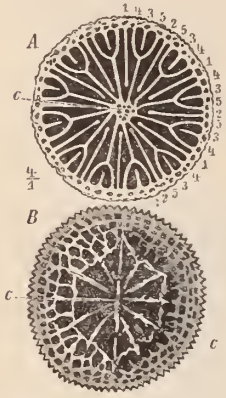
**Leptoria** E. H. (176). Kelche zu langen, geraden oder gewundenen Reihen vereinigt, die durch einfache, dünne Kämme die Mauern geschieden werden. Kelchmittelpunkte nicht unterscheidbar. Säulchen blattförmig. Kreide — Gegenwart.

Eine verwandte Gattung von halbkugliger Form, radial angeordneten Zellreihen und runzliger Epithek ist

**Aspidiscus** Koen. aus der Ob. Kreide N. Afrikas.

**12. Fam. Eupsammidae** (177). Einzeln, selten schwach und offen verzweigte Kolonien. Epithek glatt, unvollkommen oder fehlend. (Falsche) Wand gerippt, zwischen den Rippen durchbohrt. Septen ± zahlreich, namentlich die letztgebildeten durchbohrt, radial geordnet, die jüngsten oft verlängert und an den Enden vereinigt (*A* 4, 5). Meist ein schwammiges Säulchen vorhanden. Bodenbildung sehr mannigfaltig. Eine kleine Gruppe. (? Silur) Kreide — Gegenwart.

**Stephanophyllia** Mich. (177 *B*. Einfach, frei, scheibenförmig, mit ebener, radial gerippter, nackter, durchlöcherter Wand. Oberfläche stark gewölbt, mit tiefer, 6seitiger Zentralgrube, in deren Mitte ein blattförmiges, schwammiges Säulchen (*B c*). Septen zahlreich, an den Seiten mit spitzen Höckern versehen, z. T. porös und, mit Ausnahme der 6 Primärsepten, untereinander zu einem Maschenwerk verschmolzen. Ob. Kreide — Neogen.



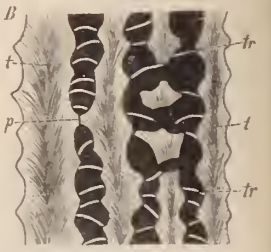



Fig. 178. *Cyclolites*. *A C. undulata* Lmk. Oberes Turon (Hippuritenkreide). Gosau, Salzkammergut. Eine Zelle von oben gesehen. *B* Vertikalschnitt durch einige Septen von *Cyclolites*; *t* Septen; *tr* Traversen; *p* (Pseudo-) Synaptikel.

Fig. 177. *A Dendrophyllia elegans* Dunc. M. Eocän. Bracklesham, England. Querschnitt einer Zelle. *1* Septen des I. Zyklus; *4* und *5* die sich vereinigenden und bis zum Zentrum reichenden Septen des IV. Zyklus. *B Stephanophyllia imperialis* Mich. Miocän. Lapugy, Siebenbürgen. Von oben gesehen. *c* Säulchen.

**Dendrophyllia** Blv. (177 *A*. Ästige oder halb massige, durch seitliche Knospung sich vermehrende Stöcke, deren Außenseite mit körnigen, geschlängelten

Rippen bedeckt ist. Mauer fein porös. Die rundlichen oder zusammengedrückten Zellen enthalten ein schwammiges Säulchen (*c*) und zahlreiche Septen. Diejenigen des I. und II. Zyklus (1 u. 2) etwa gleich lang; diejenigen des III. (3) kurz, die des IV. (4 u. 5) sich bogenförmig miteinander vereinigend und bis zum Zentrum reichend. Tertiär und lebend.

Hierher vielleicht einige triadische und jurassische Formen, sowie die silurische Gattung **Calostylis** Ldst. Einzelkelche, oft mit Knospen. Epithek. Septen zahlreich, annähernd gleich, in der Jugend 4zählig.

**13. Fam. Cyclolitidae** (178). Einfache Zellen meist mit freier, ebener und von Epithek bedeckter Grundfläche; Oberseite ± halbkuglig gewölbt mit kleiner, runder oder verlängerter Kelchgrube. Zahlreiche ± lange, aber feine, dicht gedrängte, an Stärke wenig unterschiedene Septen. Diese sind durchbohrt, wie auch zuweilen die Mauer. Trias — Eocän.

**Cyclolites** Lk. (178). Meist große bis sehr große, runde oder ovale Zellen mit gefalteter Epithek. Die sehr zahlreichen Septen am Rande gekörnelt, dicht gedrängt, durch Pseudosynaptikeln (*p*) verbunden, ungesetzmäßig durchbohrt. Traversen (*tr*) vorhanden. Im Jura und Eocän selten, sehr häufig in der oberen (*Hippuriten-*) Kreide Südeuropas.

**Anabacia** E. H. Kleine, gewölbte Zellen ohne Epithek, zuweilen mit Sproßkelchen (*Genabacia*). Traversen fehlen. *A. orbulites* E. H. Häufig im oberen Dogger.

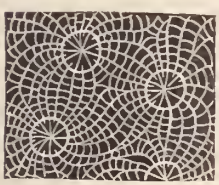


Fig. 179. *Phillipsastraea Hennahi* Lonsd. sp. Ob. Devon. Ebersdorf, Schlesien. Querschnitt, die zusammenfließenden Septen zeigend.

Fig. 180. *A Thamnastraea prolifera* Beck. Oberer Malm. Nattheim, Schwaben. *w* die mit feinen Längsrippchen bedeckte Epithek. *B* Radialschliff von *Thamnastraea*. Seitenansicht eines zwei benachbarten Kelchen gemeinsamen Septums. *m* die Grenze der beiden Zellen; *t* Trabekeln; *p* Poren.

**14. Fam. Phillipsastraeidae** (179). Den stockbildenden *Cyathophylliden* (bes. *Acervularia*) ähnlich, aber mit ± rückgebildeter Mauer und zuweilen durch Septalverdickungen angedeuteter Innenmauer. Randzone breit und flach. Septen radial geordnet, dünn, mit denen der benachbarten Kelche ± vollständig zusammenfließend, mit Leisten besetzt. Die längeren bis zur Kelchmitte, die kürzeren bis an die Innenmauer reichend.

**Phillipsastraea** d'Orb. (179). Im Devon und Karbon verbreitete, bes. im Oberdevon häufige Gattung.

Die jüngeren Vertreter, durch vollständiges Verfließen aller Septen, teilweise Porosität derselben und durch das Fehlen von Böden ausgezeichnet, werden als

**15. Fam. Thamnastraeidae** (180) zusammengefaßt. Massive, blattförmige oder verästelte Kolonien (selten Einzelkorallen), deren Kelche durch ihre ± zahlreichen und gewundenen Septen zusammenhängen; Mauer undeutlich oder fehlend. Gerunzelte Epithek (*Aw*) umgibt den Stock. Die Septen sind am Oberrand gekörnelt. Sie bestehen aus geraden oder schräg aufsteigenden Bälkchen (Trabekeln *Bt*) mit regelmäßigen, knotigen Verdickungen, die mit denen der benachbarten Bälkchen korrespondieren oder damit zu Querkämmen verschmelzen; zwischen den Kammern bleiben ± reichliche und regelmäßige Poren (*p*) frei. Traversen und falsche Synaptikeln vorhanden. Trias — Gegenwart, hauptsächlich in Jura und Kreide.

**Thamnastraea** Les. (180). Kegelförmige oder plattige Stöcke mit konvexer Unterseite. Die unregelmäßig oder konzentrisch um einen größeren Mittelkelch verteilten Kelche mit kleiner flacher Grube und undeutlichem Säulchen. Falsche Mauer durch die Divergenz der Bälkchen (*B m*) angedeutet. Septen nicht immer und dann nur teilweise durchbohrt. Diese und die durch regelmäßig gitterförmig durchbrochene Septen unterschiedene, sonst ganz ähnliche Gattung

**Microsolena** Lmx. gehören zu den häufigsten der gesellig auftretenden Korallen, bes. in Trias, Jura und Kreide (*Thamnastraea*-Kalk des Oxford).

## Lebensweise und geologische Verbreitung der Madreporaria.

Die Mehrzahl der heutigen *M.* lebt innerhalb der Wendekreise in Tiefen bis zu 30 m und bildet vermöge ihrer geselligen Lebensweise und ihres raschen Wachstums ± ausgedehnte Kalkmassen (Riffe), die als bankartige Saumriffe und Dammriffe und als pfeilerartige Atolle unterschieden werden. Nur bei sinkendem Meeresboden können die Riffe eine größere Mächtigkeit als etwa 40 m erreichen. Ein kleiner Teil, namentlich Einzelkorallen, geht bis zu Tiefen von 3000 m hinab.

Eine ähnliche Bedeutung besaßen die *M.* in der Vorzeit. Zwar kennen wir bis jetzt aus dem Kambrium noch gar keine, aus dem Untersilur nur spärliche (*Streptelasma* reichlich) Korallenlager, aber vom Obersilur an treffen wir durch alle Formationen hindurch bankartig auftretende Korallenkalke von verschiedener Mächtigkeit, die teils von *Madrep.* allein, teils unter Mitwirkung andrer riffbauender Coelenteraten, wie *Tabulaten*, *Stromatoporiden*, *Milleporiden* geschaffen wurden. In den paläozoischen Korallenkalken herrschen die *Cyathophylliden*, in den mesozoischen und känozoischen die *Astraciden* und *Tubocorallia*. Die mit den Korallen vergesellschafteten Fossilien, i. B. die dickschaligen Muscheln und Schnecken, die Steinalgen u. A., sowie die Struktur der Korallenkalke beweisen, daß die fossilen Riffe wie die heutigen im Flachwasser gebildet worden sind.

Die wichtigsten Vorkommnisse von fossilen Riffkorallen sind:

Ob. Silur: Gotland, Dudley, N.-York.
Unt. Devon: SO. Alpen, N. Amerika.
Mi. Devon: Rheingebiet, Belgien, S. England, Ural, N. Amerika.
Ob. Devon: Rheingebiet, Harz, Belgien.
Unt. Karbon: Großbritannien, Belgien, N. Amerika.
Ob. Karbon: Rußland, N. Amerika.
Perm: Armenien, Saltrange, Timor.
M. u. Ob. Trias: Alpen, Ungarn.
Dogger: England, Lothringen, Schweiz, SW. Deutschland.
Malm: England, N. Deutschland, Frankreich, Schweiz, Schwaben, Mähren, Apennin, Krim, Ural.
U. Kreide: Ostfrankreich, Krim, Mexico.
Ob. Kreide: Dänemark, Südfrankreich, Salzkammergut, Pyrenäen, Venetien, Kl. Asien, Mejico.
Eogen: Alpen, Pyrenäen, Westindien, Indien.
Neogen: Insulinde, Arabien, Japan, Westindien.

Schon in der obersilurischen Korallenfauna sind Vertreter verschiedener Stämme vorhanden, neben *Zaphrentiden* und *Calceoliden* reichlich *Cyathophylliden* nebst *Cystiphylliden* sowie vereinzelte *Tubocorallier* und *Phillipsastraeiden*. *Calceoliden* verschwinden im Devon, *Cystiphylliden* im Karbon; in Karbon und Perm treten die säulenführenden *Cyathophylliden* (*Axophylliden*) hervor. Unsre mangelhafte Kenntnis von den permischen, triadischen und altjurassischen Faunen läßt den Schnitt zwischen den altertümlichen *Cyathophylliden* und den modernen *Astraeiden*, ebenso zwischen *Phillipsastraeiden* und *Thamnastraeiden* unnatürlich scharf und das Auftreten der zahlreichen *Tubocorallia* fast unvermittelt erscheinen. In Trias und Jura kommen noch einige Formen mit liederstelligen oder bilateralen Septen vor, aber der Gesamtcharakter der Korallen ist schon ± modern (*Hexacoralla*). Es treten nun auch die vorher fast ganz unbekannten *Perforaten* (*Thamnastraeiden*, *Cyclolitiden*, *Poritiden*) mehr in den Vordergrund. An das Ende der mesozoischen und in die känozoische Zeit fällt die Ausbildung der verzweigten und der perforierten *Tubocorallier*, die als Riffkorallen heute eine so wichtige Rolle spielen. Die *Murocorallier* haben sich im Laufe der Zeit verhältnismäßig wenig verändert; ihr hauptsächlicher Wohnort sind die größeren Meerestiefen geworden.

## II. Unterklasse: Acalephae (= Scyphomedusae).

Der Körper der Lappenquallen oder Medusen besteht nur aus weicher, leicht vergänglicher Masse, weshalb fossile Reste nur ausnahmsweise als Abdrücke oder als Ausgüsse ihrer trichterförmigen Mundöffnungen vorkommen.

Bei den Abdrücken, die in besonders guter Erhaltung in den oberjurassischen Plattenkalken von Solnhofen (Franken) gefunden wurden, sind der Schirm mit dem gekerbten Rande und der Abdruck der ± strahligen Mundöffnung oft deutlich sichtbar geblieben — **Rhizostomites** Haeck. (181).

Die Ausgüsse, die schon aus unterkambrischen Sandsteinen von Schweden bekannt sind, zeichnen sich teils durch pyramidale Gestalt und 4 oder 5, den Ecken der Mundöffnung entsprechende Kanten — **Medusites** *Lindstroemi* Nath., teils durch scheibenförmige Gestalt und zahlreiche, wohl den Radialkanälen der *Hydromedusen* entsprechende Rippen — **Hydromedusites** *radiatus* Nath. sp. aus. Letztere dürften zu den *Hydromedusen* (S. 129) gehören. Als Kriechspuren der Medusen werden die unter dem Namen **Eophyton** bekannten Furchenausgüsse im Sandstein betrachtet — *Eophyton*-Sandstein.

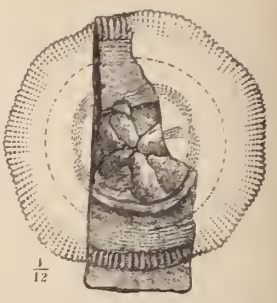


Fig. 181. *Rhizostomites admirandus* Haeck. Oberer Malm. Solnhofen. Die hell gehaltenen Teile ergänzt.

### Anhang: Receptaculitidae (182).

Aus Silur, Devon, auch noch aus Karbon kennt man eine wahrscheinlich zu den *Coelenteraten* gehörige Organismengruppe, die nach der büchsenförmigen (*receptaculum*) Gestalt des Skeletts heißen. Es sind ± kuglige bis birnförmige Körper, deren innerer Hohlraum (*A i*) — vielleicht bis auf eine am Scheitel (*o*) befindliche kleine Öffnung — ringsum von einer Kalkhülle (*Ak*) umschlossen ist.

Die Kalkhülle besteht aus zahlreichen, gleichgestalteten Elementen oder Meromen (*E m*), die in abwechselnden Reihen (im Quincunx) gestellt sind und deren distale Tafeln (*t*) den äußeren Belag der Hülle bilden. Die querrhombischen, auch sechsseitigen Tafeln beginnen am untern Pole des Körpers (*A u*, *C*) stets in 4- oder 8-Zahl, vermehren sich durch Einschiebung neuer Reihen bis zum Umfang und schließen am oberen Pole (*A o*, *B*) zusammen,

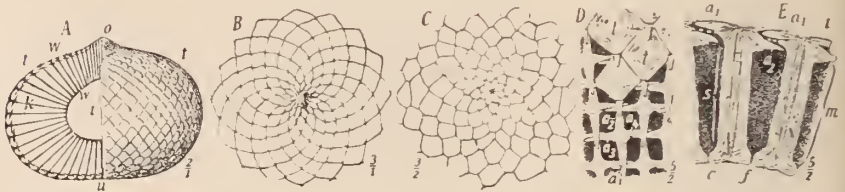


Fig. 182. *Receptaculitiden.* *A*—*D Ischadites Koenigi* Murch. *A* Halbschematische Darstellung; linke Hälfte aufgeschnitten, *B* Oberende, *C* Unterende des Körpers. Ob. Silur. Böhmen. *D* Halbschematische Darstellung der Außenwand; unten sind die Tafeln entfernt. *E Receptaculis Neptuni* Dfr. M. Devon. Eifel. Meridionaler Längsschnitt durch 2 Merome. Rechts oberes, links unteres Ende. *k* Kalkwand; *i* Innenhöhlung; *m* Merome; *o* oberer, *u* unterer Pol; *w* Außen-, $w_1$ Innenwand; *s* Säulchen; *c* innere (?) Höhlung desselben; *t* Tafeln; $a_1$ unterer, $a_2$ oberer Meridionalarm; $a_3$ linker, $a_4$ rechter Seitenarm; *f* Füßchen.

indem sie an Größe, nicht aber an Zahl abnehmen. An der Innenseite der Tafeln und mit diesen ± fest verschmolzen liegen in ihren Diagonalrichtungen 4 nadelförmige Tangentialarme (*D* $a_1$—$a_4$), die nahezu senkrecht zueinander stehen. Von den 2 meridionalen Armen steht der dem unteren Pole zugewandte und mit dem Täfelchen fest verwachsene ($a_1$) etwas schräg nach aufwärts und wird bei abgeriebener Oberfläche zuerst sichtbar (*D* oben).

der dem oberen Pole zugewandte und freie ($a_2$) zeigt nach abwärts unter das nächstliegende Plättchen. Tafel und Arme zusammen bilden das Köpfchen. Etwa ⊥ auf diesem steht, radial nach innen gerichtet, ein ± dicker zylindrischer Kalkstab — Säule oder Radial (*s*), — dessen kegelförmiges Ende zu einem Füßchen (*f*) verdickt ist, so daß durch den Zusammenschluß der Füßchen eine fast geschlossene Innenwand ($Au_1$) erzeugt wird. Die Säule wird von einem nach innen sich öffnenden Kanale (*Ec*) durchzogen. Die obere, weniger widerstandsfähige Hälfte des Skeletts ist oft eingedrückt oder zerstört, so daß man häufig nur die schüssel- oder trichterförmige Unterhälfte findet.

**Receptaculites** Dfr. (*E*) mit dicken, kurzen Säulchen. *R. occidentalis* Salt. (= *orbis* Eichw.) U. Silur; *R. Neptuni* Dfr. M. Devon.

**Ischadites** Murch. (*A—D*) mit schlanken, langen Säulchen. *J. Koenigi* Murch. Unt., seltener Ob. Silur. *J. Murchisoni* Eichw. sp. Unt. Silur.

---

Die Stellung der *Receptaculitiden* ist ungewiß; doch deutet die gesetzmäßige Anordnung der Anfangsplatten in der 4- oder 8-Zahl auf einen Zusammenhang mit *Coelenteraten*, i. B. *Anthozoen* hin. Wahrscheinlich war das Tier selbst nicht in der kalkigen Büchse eingeschlossen, sondern befand sich außerhalb derselben, ein Verhältnis, wie es zwischen dem Luftsack und dem Tier mancher *Siphonophoren* besteht.

## 2. Klasse: Hydrozoa.

Die Polypen der *Hydrozoen* sind i. allg. durch geringere Größe und einfachere Organisation, i. B. durch das Fehlen von Mesenterien, von den *Anthozoen* unterschieden. Sie bilden fast immer festsitzende Kolonien, aus denen sich oft durch Generationswechsel eine freischwimmende Meduse entwickelt. Die hornigen oder kalkigen Skelette, welche manche Vertreter absondern, bestehen entweder aus

a) netzförmigem Cönenchym, welches häufig kleine zylindrische, aber nie mit Septen versehene Höhlungen für die Polypen enthält, Zooidröhren (183), oder aus

b) kleinen, einfachen, ± becherförmigen Chitinzellen, die sich zu kleinen, festsitzenden, buschartig verzweigten Kolonien vereinigen (191) (oder als Anhänge von freischwimmenden Medusen-artigen Körpern auftreten). Hiernach gruppieren sich die lebenden und fossilen Formen mit erhaltungsfähigem Skelett folgendermaßen:

A. Skelett kalkig oder hornig, aus netzförmigem Cönenchym bestehend, in welches zylindrische Höhlungen für die Aufnahme der Polypen eingesenkt sein können. **1. Ordn. Gymnoblastea.**

a) Skelett kalkig. Polypenhöhlungen stets vorhanden, mit horizontalen Böden. **1. Fam. Hydrocorallinae.**

b) Skelett hornig oder kalkig. Zellhöhlungen meist fehlend, wenn vorhanden ohne deutliche Böden. **2. Fam. Tubulariae.**

Dazu kommt als verwandte fossile Gruppe:

**Stromatoporoidea.** Skelett nur aus kalkigem Cönenchym von ± deutlich lagenartigem Bau bestehend.

B. Skelett hornig, aus aneinander gereihten, becherförmigen Hüllen bestehend. **2. Ordn. Calyptoblastea.**

Hieran reiht sich die fossile Gruppe der **Graptoloidea.**

## 1. Ordnung: Gymnoblastea (183—188).

**1. Fam. Hydrocorallina.** Das steinige, korallenartige Skelett (Cönosteum) ist von wechselnder Gestalt, knollig, inkrustierend oder verzweigt. Es besteht aus einem zusammenhängenden Maschenwerk feiner, ± wurmförmig gekrümmter Kalkfasern, Cönenchym (183 *Bc*), dessen Zwischenräume von einem röhrigen, zusammenhängenden Cönosark erfüllt werden. Meist kleine, zylindrische Zooidröhren ohne geschlossene Wand für die zurückziehbaren Polypen vorhanden (183 *Bk*). Die Zooidröhren, oft auch die Cönenchymröhren, werden durch horizontale Böden (183 *B t*) abgeschlossen. Die Kolonie überzieht und bewohnt nur den äußeren Teil des Skeletts.

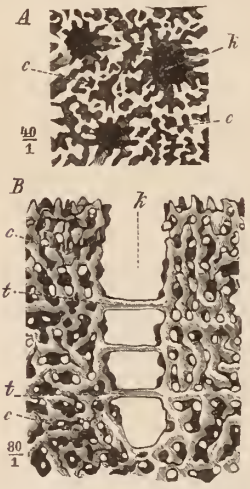



Fig. 183. *Millepora nodosa* Esp. Lebend. *A* Oberflächenansicht des Skeletts; *k* Gastroporen; *c* (links) Dactyloporen; *c* (rechts) Cönenchym. *B* Längsschnitt durch eine Zooidröhre; *k* Zooidröhre (Gastropore) mit horizontalen Böden (*t*); *c* wurmförmige Röhren des Cönenchyms, mit den Gastroporen und Dactyloporen kommunizierend.

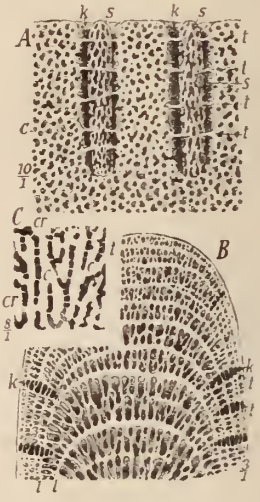



Fig. 184. *A Axopora Solanderi* E. H. Eocän. Pariser Becken. Längsschnitt durch das Cönenchym mit 2 Zooidröhren. *B, C Milleporidium Remeši* Stnm. Tithon. Stramberg. *B* Aststück, der Länge nach aufgeschnitten. *C* Junges Cönenchym im Längsschnitt.
*l* lagenartige Struktur des Cönenchyms; *t* Böden; *c* Cönenchymfasern; *cr* Cönenchymröhren; *k* Zooidröhren; *s* säulenförmige Aufragung des Cönenchyms. Skelett in allen Figuren weiß gehalten.

Als Typus dient die am Aufbau der heutigen Korallenriffe beteiligte Gattung **Millepora** L. (183). Sie besitzt größere Zooidröhren — Gastroporen (*k*) — für die Nährpolypen und kleinere — Dactyloporen (*A c* links) —

für die mundlosen Tastpolypen, beide mit regelmäßigen Böden (*t*) versehen und mit den wurmförmigen Cönenchymröhren (*c*) unmittelbar kommunizierend. Fossil im Tertiär.

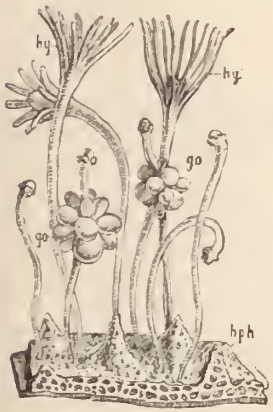
Verwandte Formen von ganz ähnlichem Bau, aber mit nur einerlei Zooidröhren versehen, sind aus Alttertiär, Kreide und Jura, vielleicht schon aus Karbon bekannt, z. B.

**Milleporidium** Stnm. (184 *B, C*). Hier tritt im Skelett ein lagenartiger Bau mehr hervor als bei *Millepora* und die Zooidröhren bilden sich erst beim späteren Wachstum und nur periodisch. Böden auch im Cönenchym vorhanden. Korallenkalk des oberen Malm. Die alttertiäre Gattung

**Axopora** E. H. (184 *A*) ist wie die lebende Gattung *Sporadopora* Mosl. durch eine säulenartige Aufragung des Cönenchyms im Grunde der Zooidröhren ausgezeichnet, besitzt aber ebenfalls nur einerlei Zooidröhren.

**2. Fam. Tubulariae.** Bei der lebenden Gattung

**Hydractinia** v. Bnd. (185) sitzt die aus Nährpolypen (*hy*), Geschlechtspolypen (*go*), den letzteren ähnlichen Wehrpolypen und Cönosark (*hph*) bestehende Kolonie einem maschigen Skelett aus Chitin oder Kalkkarbonat auf.



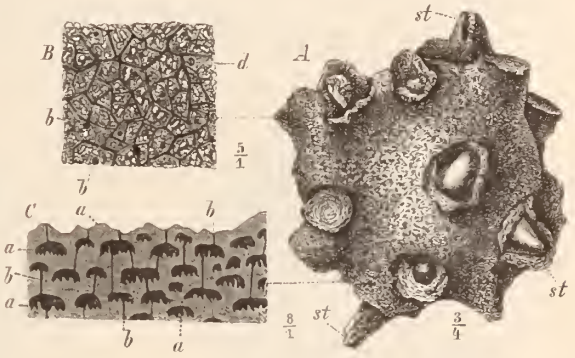




Fig. 186. *Hydractinia incrustans* Gf. sp. Plioeän. Asti. *A* eine Kolonie, eine Purpura-Schale umkleidend; *st* die Stacheln der letzteren. *B* ein Stück der Oberfläche, mit Wärzchen, den runden Öffnungen der Zooidröhren (*b*) und den Sarkorhizen (*d*). *C* Querschnitt; *a* Interlaminarräume, deren Boden wie die Oberfläche mit Warzen besetzt ist; *b* die vertikalen ?Zooidröhren.

Fig. 185. *Hydractinia echinata* Flem. Lebend. Nordsee. Vergrößert. *hph* das mit spitzen Warzen besetzte, das Chitinskelett überkleidende Cönosark. *hy* Ernährungspolypen (Hydranthen). *go* Fortpflanzungspolypen (Gonophoren), den Wehrpolypen (rechts) wesentlich ähnlich gestaltet.

Das Skelett überkleidet Schneckenschalen und besitzt auf seiner Oberfläche ± große Höcker und Stacheln (185); die Vertiefungen zwischen diesen werden periodisch vom Cönenchym überwallt, so daß im Skelett kuppenförmige, im Querschnitt halbmondförmige Hohlräume, Interlaminarräume (186 *Ca*), entstehen. Dagegen treten die feinen, zylindrischen Zooidröhren (*Cb*) sehr zurück und unterscheiden sich oft kaum von den Röhren des Cönenchyms, fehlen auch wohl ganz. Die Röhren des Cönenchyms sind häufig durch nachträglich ausgeschiedene Kalkmasse fast ganz ausgefüllt (186 *C*). Auf der Oberfläche

des Skeletts wird gewöhnlich ein System größerer, anastomisierender Cönosarkfurchen, Sarkorhizen (186 *Bd*) sichtbar, wie sie ähnlich auch bei *Millepora* vorkommen.

Die kalkigen Skelette fossiler *Hydractinien* sind im Tertiär häufig; gewöhnlich finden sie sich als ± dicke Überzüge über Schneckenschalen, die sie bis auf eine (wahrscheinlich vom Einsiedlerkrebs frei gehaltene) Öffnung ganz einhüllen; zuweilen wachsen sie auch in lange Äste aus. Die Interlaminarräume können unregelmäßig oder in konzentrischen Lagen angeordnet sein.

Die ältesten Vertreter sind aus der Kreide bekannt; hier findet sich auch die verwandte Gattung

**Parkeria** Carp., regelmäßige Kugeln bildend, deren Mittelpunkt ein Fremdkörper ist. Das Cönenchym ist locker, nicht nachträglich verdichtet, enthält kuppenförmige, konzentrisch geordnete, nach oben durch eine dichte Kalkhaut abgeschlossene Interlaminarräume und kurze Zooidröhren. Im Cenoman.

An die *Hydractiniden* schließen sich ± nahe verwandte Formen des Mesozoikums:

**Heterastridium** Rss. (187). Kuglige Körper, die ähnlich *Parkeria* aus einem feinmaschigen Cönenchym bestehen. In diesem bilden sich periodisch kurze, oben durch eine dichte Kalkhaut (*t*) abgeschlossene Zooidröhren (*z*), aber keine Interlaminarräume. Das Cönenchym wächst an der Oberfläche in Höcker (*h*) und Stacheln (*st*) von regelmäßigem Bau aus. In der oberen Trias der Alpen, des Balkan und Himalaya. Schließt sich an die lebende Familie der *Ceratelladen* (mit Chitinskelett) an.

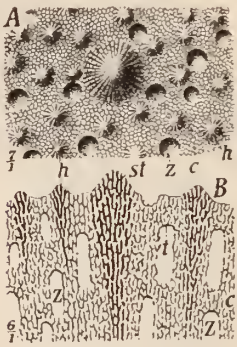



Fig. 187. *A Heterastridium*. Mittl. Trias. Kotel, Balkan. Ansicht der Oberfläche. *B* Dieselbe. Hallstatt. Radialschliff. *st* Stachel, *h* Höcker der Oberfläche; *c* Cönenchym; *z* Zooidröhren; *t* bodenartige Kalkhaut, die die Röhren oben abschließt.

Fig. 188. *Ellipsactinia ellipsoidea* Stnm. Tithon. Stramberg. *A* Querschnitt durch jüngere Lagen des Skeletts. *B* Desgleichen durch 2 ältere Lagen, etwas schematisch. Skelett weiß. *L* Skelettlagen; *JL* Interlaminarräume: *p* Verbindungspfeiler des Skeletts: *z* Zooidröhren.

**Ellipsactinia** Stnm. (188). Unregelmäßig knollige Körper, deren maschiges, mit kurzen Zooidröhren versehenes Cönenchym in zahlreiche, durch ausgedehnte Interlaminarräume getrennte Lagen zerlegt ist. Das Maschenskelett erscheint zumeist infolge nachträglicher Kalkablagerung ± kompakt (*A*). Häufig und stellenweise gesteinsbildend im Korallenkalk des oberen Malm (? auch Unt. Kreide). Alpen, Mähren und Südeuropa.

Diese und andre Formen des Mesozoikums und Perms nähern sich durch ihr lagenartiges Wachstum den

## Stromatoporoidea (189, 190).

Unter diesem Namen faßt man eine Gruppe von vorwiegend paläozoischen Organismen zusammen, deren maschiges Skelett wesentlich nach dem Typus des Cönenchyms von *Millepora* und *Hydractinia* usw. gebaut ist. Jedoch herrscht allgemein ein lagenartiger Aufbau (189) vor. Dieser gibt sich in zweierlei Weise zu erkennen

a) in einer ± regelmäßigen Differenzierung der ganzen Skelettmasse in horizontale, d. h. der Oberfläche parallele, siebartig durchbrochene Platten (189 *Bl*) und vertikale Pfeiler (189 *Bp*) oder Blätter, welche die aufeinanderfolgenden horizontalen Lagen miteinander verbinden — *Hydractinoide-Gruppe*.

b) in einer durch periodische Wachstumsänderung bedingten Zerlegung des Cönenchyms in ± dicke, konzentrische Lagen (*latilaminae*), die ihrerseits aber aus unregelmäßig wurmförmigem, selten deutlich lagenförmigem Skelettgewebe bestehen (190 *A, B*) — *Milleporoide-Gruppe*.

Dazu treten als häufiges, aber wie es scheint selbst bei der gleichen Art nicht konstantes Merkmal Systeme verzweigter Furchen auf, die von einem gemeinsamen, warzig erhöhten Mittelpunkte ausstrahlen, und die sich jeweils auf der Oberfläche des Skeletts bilden (189 *Aw*) — Astrorhizen (190 *Ce, D*). Ein senkrechter Kanal verbindet zuweilen die Mittelpunkte übereinanderliegender Astrorhizen. Dagegen sind gesonderte Zooidröhren nie deutlich entwickelt; die Cönenchymröhren, welche dafür gehalten wurden, sind wie bei *Milleporidium* (184 *Ct*) durch Böden abgeteilt.

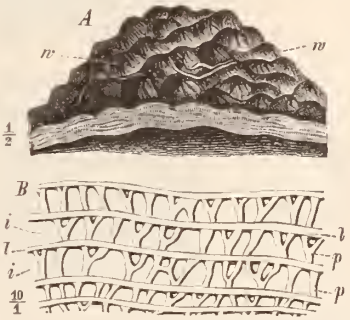



Fig. 189. *A Actinostroma verrucosum* Gf. sp. Mitteldevon. Eifel. *w* warzenförmige Erhöhungen mit Astrorhizen. Die angeschliffene Fläche zeigt die geradlinig netzförmige Struktur des Skeletts. *B Clathrodictyum striatellum* d'Orb. sp. Untersilur. Borkholm, Estland. Querschnitt. *l* Horizontale, *p* vertikale Elemente (Pfeiler) des Skeletts. *i* Zwischenräume zwischen 2 Horizontallagen.

Die Skelette der *Str.* bilden z. T. massige, knollige oder fladenartige Stöcke, oft auch Überzüge über andre Organismen, namentlich *Korallen* und *Tabulaten*. So finden sich die Röhren von *Syringoporiden* (137 — S. 104), an ihren kompakten Wänden und trichterförmigen Böden kenntlich, häufig in den Skeletten eingeschlossen — »*Caunopora*«. Einzelne Stöcke können bis 0.3 m Durchmesser erreichen. Am Aufbau der paläozoischen Korallenriffe, namentlich der silurischen und devonischen, beteiligten sich die *Str.* in erheblichem Maße. Auch im Perm noch vorhanden, vereinzelt bis in die Kreide.

Die *Str.* scheinen mit den *Hydrocorallinen* und *Hydractiniden* eng verknüpft; es fehlen ihnen aber die Zooidröhren und die besondere Formgestaltung der meisten jüngeren Formen. Ein abweichendes, an das Kanalsystem bei Schwämmen erinnerndes Merkmal sind die Astrorhizen.

### a) Hydractinoide Gruppe (189).

**Actinostroma** Nich. (189 *A*). Skelett aus horizontalen und vertikalen Elementen bestehend, die sich rechtwinklig kreuzen und ein geradliniges Maschenwerk bilden; die vertikalen Pfeiler setzen ununterbrochen durch mehrere horizontale Lagen hindurch. Astrorhizen meist vorhanden. Ob. Silur, hauptsächlich Devon, weit verbreitet. *A. clathratum* Nich. Kaum davon verschieden ist **Actinostromaria** M.-Ch. aus dem oberen Cenoman Frankreichs.

**Clathrodictyum** Nich. & Mur. (189 *B*) unterscheidet sich von *Act.* nur durch die kürzeren Pfeiler, welche nicht über den Raum zwischen 2 konzentrischen Lamellen hinausgehen. Im Silur häufig, seltener im Devon.

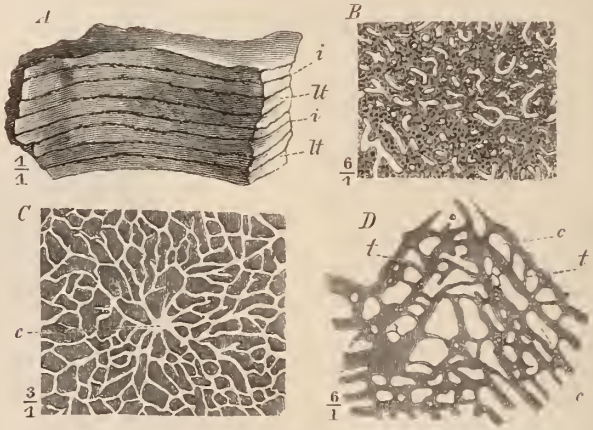



Fig. 190. *A Stromatopora concentrica* Gf. M. Devon. Eifel. Vertikalschnitt. *lt* Dicklagen des Skeletts. *i* Grenzen derselben. *B* dieselbe im Tangentialschnitt, das wurmförmige Skelettgewebe (schwarz) zeigend. *C Stromatopora discoidea* Lonsd. Ob. Silur. Gotland. Horizontalschnitt mit verzweigten Astrorhizen, welche von einem Zentrum (*c*) ausstrahlen. *D Stromatoporella eifeliensis* Nich. M. Devon. Eifel. Querschnitt. Die in der Warze schräg aufsteigenden Astrorhizalfurchen (*c*) werden durch Querscheidewände (*t*) abgeteilt.

### b) Milleporoide Gruppe (190).

**Stromatopora** Gf. (190 *A* — *C*). Das massige Skelett zerfällt in dicke konzentrische Lagen (*A lt*), die durch Zonen von lockerer Struktur (*i*) getrennt werden. Skelettfasern nicht deutlich in vertikale und horizontale Elemente geschieden, dick und porös. Cönenchymröhren meist gewunden und mit Böden erfüllt. Astrorhizen meist entwickelt. Im Silur, bes. im Devon häufig.

**Stromatoporella** Nich. (190 *D*) von *Str.* durch das Fehlen der dicken Lagen und schwach angedeuteten Lagenstruktur der dicken, porösen Skelettfasern unterschieden. Astrorhizen meist stark entwickelt. Häufig im Devon.

## 2. Ordnung: Calyptoblastea.

Die Polypengeneration bildet kleine, festsitzende, verzweigte Stämmchen aus Chitin (191 *A*), die von einem gemeinsamen Cönosarkkanale (191 *C*) durchzogen werden; aus diesem sprossen seitlich die kleinen Polypen, Hydranthen (*hd*), an ihrer Basis von einer zylindrischen — becherförmigen Chitinzelle, Hydrothek (191 *h*), umgeben, in welche sie sich ± vollständig zurückziehen können. Zuweilen sind besondere kleinere Zellen für die Nematophoren (Nesselzellen oder Wehrpolypen) entwickelt — Nematotheken (191 *n*).

Die Geschlechtstiere entwickeln sich in größeren, eiförmigen Kapseln (Gonotheken), die aus mundlosen Polypen hervorgehen.

Die heutigen Vertreter zeigen folgende wesentliche Verschiedenheiten (191):

Bei den **Plumulariden** (*A, B*) sind die becherförmigen Hydrotheken (*h*) einseitig den Zweigen angewachsen und werden von paarigen (*n*) und unpaarigen (*n'*) Nematotheken begleitet.

Bei den **Sertulariden** (*C, D, E*) sitzen die Hydrotheken (*h*) in zwei Reihen (abwechselnd [*C, D*] oder gegenüber [*E*]) an den Zweigen und sind diesen seitlich angewachsen.

Die **Perisiphoniden** (*F, G*) unterscheiden sich durch den Besitz von Nematotheken (*F n*), die zuweilen die äußern Zweigbündel allein besetzen (*F*), neben freien Hydrotheken (*G h*).

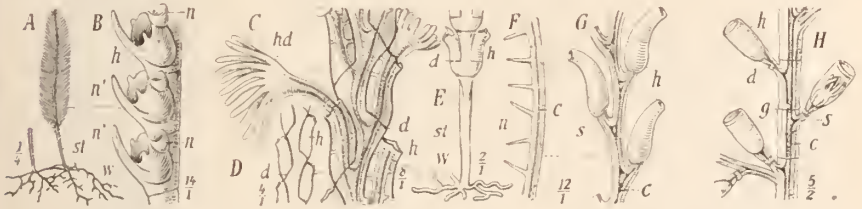



Fig. 191. Lebende *Calyptoblastea*. *A, B Halicornaria plumosa* All. *A* Ein verzweigtes Stämmchen mit Wurzel. *B* Ein Zweigstückchen. *C—D Thuiaria hyalina* All. *C* Ein Zweigstückchen mit den Polypen, *D* desgl. ohne dieselben. *E Desmocyphus acanthocarpus* All. Unterer Teil der Kolonie. *F, G Perisiphonia filicula* All. *F* Periphere Röhre mit Nematotheken. *G* Axiale Röhre mit Hydrotheken. *H Campanularia insignis* All. Stammstück.
*hd* Polypen (Hydranthen); *h* Hydrotheken (Zellen); *n* paarige, *n'* unpaare Nematotheken (Nebenzellen); *s* Stiel der Hydrotheken; *c* Cönosarkkanal; *g* Knoten; *d* Diaphragmen; *st* Stiel; *w* Wurzel der Kolonie.

Bei den **Campanulariden** (*H*) sind die Hydrotheken frei, meist gestielt (*s*). Nematotheken fehlen.

Fossile Reste, die vollständig mit den lebenden übereinstimmen, kennt man nur aus jungtertiären Schichten. Dagegen finden sich im Kambrium und Silur kohlige, ursprünglich jedenfalls auch chitinöse Skelette, die bei allgemeiner habitueller Ähnlichkeit in mehrfacher Beziehung von den heutigen Vertretern abweichen; namentlich fehlt ihnen die bei den *Calypt.* häufige Gliederung der Stämme und Zweige (*H g*) und die Abschnürung von dem Cönosarkkanal (*c*), welche die Hydrotheken am Grunde mittelst durchbohrter Diaphragmen (*H d*) erfahren. Man faßt sie als

## Graptoloidea. Graptolithen (192—198)

zusammen. Die *Gr.* finden sich in der Regel als isolierte, zarte, ± stabförmige oder verzweigte Chitinkörper (Rhabdosom), die ein- oder zweiseitig mit kleinen, meist kelchförmigen Zellen, ähnlich den Hydrotheken (und Nematotheken) der *Calyptoblastea* besetzt sind (192 *Ah*).

Die distal gerichtete, zuerst entstandene Zelle — Sikula (192 *si*) — unterscheidet sich durch ihre trichterförmige Gestalt von den späteren; diese sprossen aus ihr in einfacher (192) oder (abwechselnd gestellt) in doppelter Reihe (193 *E, F*), indem sie entweder

a) in gleicher Richtung wie die Sikula, d. h. nach außen (distal) über diese hinauswachsen (195 *A* 1, 2) oder sich

b) in entgegengesetzter Richtung, nach innen (proximal) anlegen (192 *A, B*; 193 *E*).

Da die Hydrotheken nicht wie bei den *Calyptoblastea* am Grunde von einer durchlochten Querwand abgetrennt werden (192 *A, C*), so kann streng genommen von einem besonderen Cönosarkkanal nicht gesprochen werden, aber die Gesamtheit der basalen Teile der Hydrotheken (*Ac, Cc*) kommt einem solchen funktionell gleich. Bei den unter b) genannten Formen befindet sich in der Wand ein dichter, chitinöser Achsenstab (192 *v*), *Virgula*, der sich nach innen (*B*) und außen (*A*) zu einem ± langen Stiele verlängern kann.

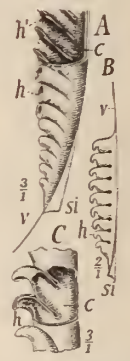



Fig. 192. *A Pristiograptus.* Ob. Silur. Böhmen. Hydrorhabd oben bis zur Mitte aufgeschnitten. *B Monograptus cultellus* Törnq. Ob. Silur. Schonen. *C Monograptus* aufgeschnitten. *si* Sikula; *h* Hydrotheken, *h'* bis zur Mitte aufgeschnitten; *c* Basalteil der Hydrotheken; *v* Virgula.

Die Hydrorhabde haben, wie es scheint, meist keine selbständige Existenz geführt; vielmehr hat man beobachtet, daß sie in größerer oder geringerer Zahl entweder von einer gemeinsamen Haftscheibe sprossen (194 *B*), oder daß sie (häufiger) nur Anhänge eines medusenartigen, freischwimmenden Körpers bilden (193 *A, B*).

Besonders gut ist die Gesamtorganisation des Tiers von *Diplograptus* (193) bekannt. Hier besteht die Kolonie aus einem Luftsack (Pneumatophor — *p*), darunter aus einem Kranze dünnwandiger Blasen, welche die Fortpflanzungsorgane enthalten (Gonophoren — *g*) und einer viereckigen, dickwandigen Kapsel, der Zentralscheibe (*c*), von welcher die Hydrorhabde (*rh*) wie die Bügel eines offenen Regenschirms ausstrahlen (*B, C*). In den Gonophoren werden an einem Stiele eine Anzahl Sikulen erzeugt (*Cg'*), die sich loslösen und neue Kolonien bilden (*D*), indem am proximalen Ende Pneumatophor (*p*) und Gonophoren (*g*) entstehen, am distalen Ende von der Öffnung der Sikula (*D si*) nach innen die Hydrotheken hervorsprossen. Diese legen sich abwechselnd links und rechts um die *Sikula* (*E*)

und hüllen diese sowie den immer mehr sich verlängernden Stiel des Hydrorhabds ein 1—5.

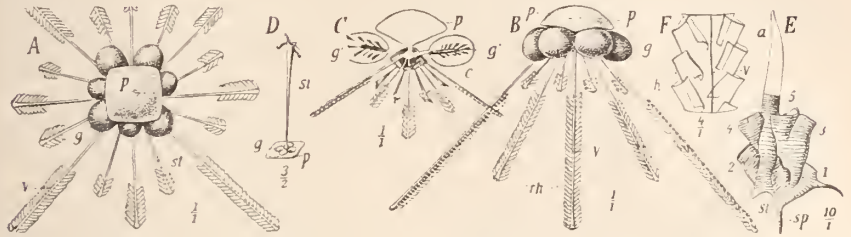



Fig. 193. *Diplograptus*. Untersilur. *A—D D. pristis* Hall. Dolgeville, N. Y. *A* Kolonie, etwas schematisch, von oben, *B* von der Seite, *C* im Durchschnitt gesehen. *D* Jugendstadium. *E* Anfangsstadium eines Hydrorhabd von *D. gracilis* F. Roe. Bornholm. 1—5 bezeichnet die Reihenfolge, in der die Zellen entstanden sind. *F* Desgl. Bruchstück des Hydrorhabds, durchsichtig gemacht. *p* Pneumatophor; *g* Gonophor; *g'* desgl. mit Sikulen; *c* Zentralscheibe; *rh* Hydrorhabd; *st* Stiel; *v* Virgula; *si* Sikula; *a* Anfangsteil derselben; *sp* distales Ende der *virgula*, 1—5 Reihenfolge der Zellen (Sikula nicht mitgezählt).

Ohne Rücksicht auf die nur wenig bekannten Schwimmkörper und Fortpflanzungsorgane ergibt sich folgende Einteilung:

A. Kolonien reichlich verästelt, festgeheftet. Außer Hydrotheken auch Nematotheken vorhanden. Achsenstab fehlt (194). **I. Dendrograptidi.**

B. Freie (flottierende), schwach verzweigte Kolonien. Nur Hydroth. oder nur Nematoth. vorhanden.

a Achsenstab fehlt. Hydroth. einzeilig, schräg, sägezahnartig (197 *D*), wie die Sikula distal geöffnet (195 *A*). **II. Dichograptidi.**

b Achsenstab vorhanden. Sikula distal, Hydroth. proximal gerichtet. **III. Axograptidi.**

1. Hydrorhabd aus geschlossener Chitinmasse bestehend.

$\alpha$) Nur freie, zylindrische, entfernt stehende Nematoth. vorhanden. **1. Fam. Rastritidae.**

$\beta$) Nur ± sackförmige, fast immer seitlich angewachsene Hydroth. vorhanden.

I. Hydroth. einzeilig. **2. Fam. Monograptidae.**

II. Hydroth. fast immer zweizeilig, wenn einzeilig, schräg ansitzend, aber distal ⊥ zur Achse umgebogen (ähnlich 191 *Eh*). **3. Fam. Diplograptidae.**

2. Hydrorh. aus einem Maschenwerk von Chitinfasern bestehend. **4. Fam. Retiograptidae.**

## I. Dendrograptidi (194).

Festgewachsene, dichotom oder fiederförmig verzweigte Kolonien von bäumchen- oder korbartiger Gestalt. Kambrium — M. Devon. Am besten bekannt ist

**Dictyonema** Hall. (194). Auf einer Haftscheibe (*B*) erheben sich ± zahlreiche verzweigte Stämmchen, die durch Querfäden miteinander verbunden

sind und ein korbartiges Geflecht bilden. Die achsenlosen Zweige sind mit einer Reihe verlängerter Hydrotheken besetzt (*D h*), die sich in gegabelte oder schildförmige Fortsätze (*Cf*, *Df*) verlängern; diese legen sich an den benachbarten Zweig und bilden die Querstäbe des Geflechts. Zu beiden Seiten einer Hydrothekenreihe befinden sich in abwechselnder Stellung kleine, vogelnestartige Nematotheken (*n*).

Die ältesten Formen an der oberen Grenze des Kambriums (*Dictyonema* — Schiefer mit *D. flabelliforme* Eichw. sp.), häufig im Silur, selten im Devon.

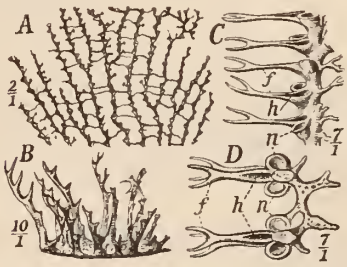



Fig. 194. *Dictyonema*. *A*, *B D. peltatum* Wim. Unt. Silur. Gotland. *A* Ein Stück des Skeletts. *B* Basalscheibe mit den divergierenden Ästen. *C*, *D D. cervicorne* Holm. Ob. Silur. Gotland. *C* Ein Ast von der Seite, *D* 2 Äste von oben. *h* Hydrotheken; *f* gabelförmige Fortsätze derselben; *n* Nematotheken.

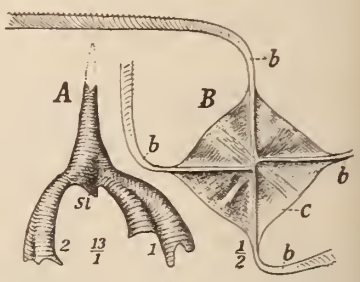



Fig. 195. *A Didymograptus minutus* Törnq. Unt. Silur. Öland. Sikula und die zunächst gebildeten Hydrotheken (*1*, *2*). *B Dichograptus Headi* Hall. Unt. Silur. Canada. Zentralscheibe (*c*) mit den vier Armen (*b*).

## II. Dichograptidi (195, 196, 197 *D*, *E*).

Frei schwimmende Kolonien mit meist gabelig verzweigten, häufig (? immer) von einem Schwimmkörper ausgehenden, achsenlosen Zweigen. Diese werden der Länge nach von einem gemeinsamen Kanal durchzogen, von welchem seitwärts die schräg ansitzenden, dicht gedrängten Hydrotheken abgehen. Tieferes Untersilur, seltener im Kambrium.

**Coenograptus** Hall. (197 *D*). An einem einfachen, gebogenen, zellfreien Strange befinden sich einfache, dicht mit Hydrotheken besetzte Zweige.

**Didymograptus** M. Coy. (195 *A*, 197 *E*). Von der Sikula gehen 2 unverzweigte, symmetrische Äste mit nach innen geöffneten Hydrotheken aus. Häufig in N. Amerika und N. Europa.

**Dichograptus** Salt. (195 *B*). In der Mitte des quadratischen oder rundlichen Schwimmkörpers (*c*) vereinigen sich 4 oder 8 Hauptäste (*b*) an einem kurzen Querstück. Die Äste bleiben einfach oder teilen sich ein oder mehrere Male dichotom und sind am distalen Ende mit kleinen, sägezahnartigen Hydrotheken besetzt. Nicht selten in N. Europa und N. Amerika. Bei

**Tetragraptus** Salt. (196 *A*) sprossen aus der Sikula zunächst 2 seitliche Hydrotheken ($h_1$) und durch weitere Gabelung 4 freie Äste; diese sind proximal zurückgeschlagen, bei

**Phyllograptus** Hall. (196 *B*—*D*) aber der ganzen Länge nach aneinandergelegt und verwachsen. N. Europa, N. Amerika, Australien.

### III. Axograptidi (197, 198).

Die ein- oder zweizeiligen Hydrorhabde enthalten einen Achsenstab; Hydrotheken proximal zurückwachsend. Chitinmasse der Hydrotheken kompakt oder netzförmig durchbrochen. Silur (? Devon).

**1. Fam. Rastritidae** mit der einzigen Gattung

**Rastrites** Barr. (197 *C*). Die sehr dünnen, gekrümmten Hydrorhabde sind mit entfernten, senkrecht abstehenden, an der Basis meist verdickten Röhrchen besetzt, die nicht die normale Form der Hydrotheken, sondern die der Nematotheken von *Perisiphonia* (191 *F*) besitzen. Unt. Obersilur. Mitt. u. N. Europa.

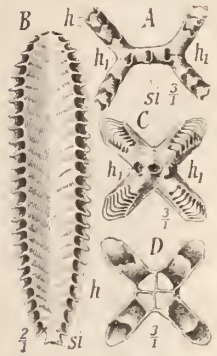



Fig. 196. *A Tetragraptus Bigsbyi* Hall. Unt. Silur. Öland. Hydrorhabd von unten. *B—D Phyllograptus angustifolius* Hall. Ebendaher. *B* Hydrorhabd von der Seite, *C* von unten, *D* im Querbruch.

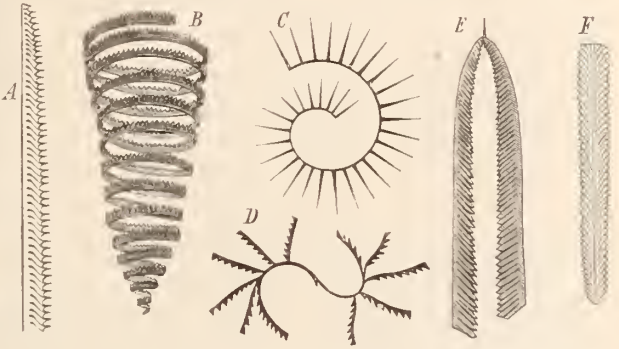



Fig. 197. *A Monograptus colonus* Barr. *B M. turriculatus* Barr. Beide aus dem böhmischen Obersilur. *C Rastrites Linnei* Barr. Ebendaher. *D Coenograptus gracilis* Hall. Untersilur. Canada. *E Didymograptus Murchisoni* Beck. Untersilur. Wales. *F Diplograptus palmeus* Barr. Obersilur. Böhmen.

*si* Sikula; $h_1$ die erste linke und rechte Hydrothek; *h* die späteren.

**2. Fam. Monograptidae.** Hydrorhabde einfach, einzeilig, oft gekrümmt. Hydrotheken schräg angewachsen und meist gedrängt. Nur im Obersilur (? Devon), hier aber sehr häufig und weit verbreitet.

**Pristiograptus** Jaek. (192 *A*). Hydrotheken zylindrisch, mit einfacher, schräg abgestutzter, nicht röhrig oder kappenartig vorgezogener Mündung. Häufig im Obersilur, bes. in der mittleren Abteilung.

**Monograptus** Gein. (192 *B, C*, 197 *A, B*). Hydrotheken verlängert, rüsselartig ausgezogen und distal geöffnet oder die proximale Lippe kappenartig vorgezogen. Im Obersilur sehr häufig und weit verbreitet.

**3. Fam. Diplograptidae.** Hydrotheken fast immer zweizeilig angewachsen, schräg oder senkrecht und immer dicht gestellt. Unt. und Ob. Silur.

**Diplograptus** M. Coy. (193; 197 *F*). Die Hydrorhabde sind linsen- oder blattförmig, zweizeilig, und gehen von einem Schwimmkörper aus. Hydrotheken schräg gestellt, abwechselnd zu beiden Seiten des Stiels. Mittl. Untersilur — Unt. Obersilur, weit verbreitet.

**Climacograptus** Hall. Die Hydrotheken parallel zur Aehse angewachsen und nach außen rechtwinklig umgebogen (vergl. 191 *Eh*). Außenrand geradlinig, durch die Öffnungen der Hydrotheken unterbrochen. Im mittleren Obersilur kommen auch einzeilige Formen — **Monoclimacis** Fr. — sonst von gleichem Baue vor.

**4. Fam. Retiograptidae** (198). Wachsen nach Art der *Diplograptidae*, aber die Sikula ist röhrig gestaltet (*E si'*) statt konisch, und vom Skelett ist stets nur ein ± starkes Maschenwerk von Chitinfasern erhalten. Unt. und Ob. Silur.

**Retiolites** Bur. (*A—C*). Bis 8 cm lange, im Querschnitt ovale (*C*), proximal stark verbreiterte Rhabdosome mit abwechselnd und schräg gestellten Hydrotheken, die von einem mittleren Kanal aus entspringen. Auf der einen Breitseite liegt der gerade Aehsenstab (*Bv*, *Cv*), auf der andern findet sich eine starke, im Zickzack gebogene Chitinfaser (*v'*); ähnliche Fasern bilden den Rand der Hydrotheken (*s*) und treten als quere Balken abwechselnd zu beiden Seiten des Kanals auf (*s'*). Bei der nahestehenden Gattung *Gotograptus* Fr. (*E*) stehen die Hydrotheken senkrecht zur Aehse, bei *Stomatograptus* Tullb. (*D*) sind in der Seitenmitte runde Löcher (*l*), an der Basis der Hydrotheken Chitinplatten (*p*) vorhanden. Im mittl. Obersilur Europas, Amerikas und Australiens, verwandte Formen auch im Unt. Silur.

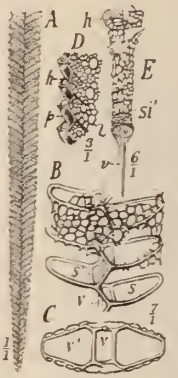



Fig. 198. *Retiograptidae*. *A—C Retiolites Geinitzi* Barr. Ob. Silur. Gotland. *A* Ein fast vollständiges Stück von der Antivirgularseite. *B* Ein Stück nach teilweiser Entfernung des feinen Maschenwerks. *C* Querbruch. *D Stomatograptus Törnquisti* Tullb. Ebendaher. ¼ Hydrotheken. E *Gotograptus nassa* Hlm. Ebendaher. Sikularende. *h* Hydrotheken: *p* dichte Basalplatte aus Chitin; *si'* Sikula-ähnliche Anfangsröhre; *v* Virgula; *v'* zickzackförmiger Chitinstab (antivirgula); *s* stärkere Chitinfaser der Hydrotheken; *s'* Querstäbe; *l* Seitenlöcher des Chitingeflechts.

## Vorkommen und zeitliche Verbreitung der Graptolithen.

Die Graptolithen finden sich fast immer gesellig in tonigen, seltener in kalkigen Gesteinen des Silur, untergeordnet des obersten Kambrium und des Devon. Die gesellige Art ihres Vorkommens, der Nachweis von Schwimmorganen bei manchen Formen und andere Merkmale deuten darauf hin, daß sie der Mehrzahl nach flottierende Wesen waren, deren zarte Reste gewöhnlich nur in feinkörnigen Absätzen der tieferen Meere erhalten wurden. Es finden sich in den kieselsäurereichen, kohligen »Graptolithenschiefern« auch gewöhnlich kaum andre Reste als *Radiolarien*. Im Gegensatz zu der Hauptmasse der *Gr.* dürften die *Dendrograptidi* an flottierenden Meeresalgen angeheftet gewesen sein. Die zeitliche Verteilung gestaltet sich folgendermaßen:

| | | |
|---|---|---|
| Oberes | Obersilur | — *Monograptidae* vereinzelt. |
| Mittleres | » | — *Monograptidae*, *Retiograptidae*. |
| Tieferes | » | — *Monograptidae*, *Rastritidae*, daneben *Diplograptidae*. |
| Höheres | Untersilur | — *Diplograptidae*. |
| Tieferes | » | — *Dichograptidi*, spärlich *Diplograptidae*. |
| Kambrium | | — Fast nur *Dendrograptidi*. |

# IV. Kreis: Echinodermata.

Die *Echinodermen* (oder Stachelhäuter) sind ausschließlich marine, freie oder festsitzende Tiere von auffallend 5-strahligem, in Wirklichkeit aber zweiseitig-symmetrischem Baue.

Sie sind vor den *Coelenteraten* ausgezeichnet durch die Sonderung des Darms von dem Blutgefäßsystem und der Leibeshöhle, vor allen andren Tieren aber durch den Besitz eines geschlossenen Systems von wasserführenden Röhren — Ambulakral- oder Wassergefäßsystem —, das in schwellbaren Anhängen endigt. Dazu kommt ein meist festes, kalkiges Hautskelett von netzförmig durchbrochener Struktur (199), dessen einzelne Stücke je ein Kalkspatindividuum ausmachen, woran sie auch isoliert im fossilen Zustande leicht kenntlich werden. Die Gestalt ist röhrig, kuglig oder abgeplatlet; oft verzweigt sich der Körper in freie Arme.

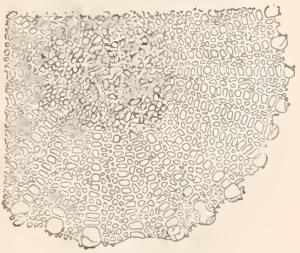


Fig. 199. Stück eines Querschnittes durch einen Seeigelstachel (*Arbacia nigra*), die Gitterstruktur des Kalkskeletts zeigend. $^{35}/_{1}$.

Das Hautskelett besitzt in der Regel folgende Öffnungen:

a) eine Mundöffnung (rund oder 5eckig), an welcher die äußerlich erkennbaren Teile des Ambulakralsystems ihren Anfang nehmen — *o*.

b) eine Afteröffnung (rund), in welcher der gewundene Darm endigt — *a*.

c) eine (oder mehrere) Genitalöffnung — *g*, durch welche die Geschlechtsprodukte entleert werden.

d) eine (oder mehrere) siebartig durchbohrte Platte, den Madreporit, durch welchen das Wasser in den sog. Steinkanal und von diesem in das Ambulakralsystem eingeführt wird — *m*.

Das Ambulakralsystem entspringt in 5 Röhren von einem den Schlund umgürtenden Ringkanal. Die 5 Hauptstämme bezeichnen die Radien des Körpers (Radiärgefäße); sie können einfach bleiben oder sich verzweigen. In allen Fällen geben sie nach links und rechts kurze, abwechselnd oder paarig stehende Zweige ab, die in blindsackartig geschlossenen Ausstülpungen endigen; wenn diese zur Fortbewegung dienen, heißen sie Füßchen, wenn zum Strudeln

Tentakel (oder Vektakel). Die Regionen des Körpers, welche vom Wassergefäßsystem durchzogen werden, heißen ambulakrale oder radiale im Gegensatz zu den dazwischen liegenden interambulakralen oder interradialen.

Die lebenden *Echinodermen* zerfallen in folgende Klassen:

A. Körper ± wurmförmig gestreckt, frei, ohne Arme, mit Fühlerkranz um den Mund, fast stets ohne zusammenhängendes Kalkskelett. Fossil unwichtig. Seegurken. **I. Holothurioidea.**

B. Körper frei, mit ± festem, kalkigem, mit Stacheln bewehrtem Hautskelett. Mund auf der Unterseite.

a) Körper kuglig oder scheibenförmig, im Umriß rund, oval oder herzförmig, ohne Arme. Ambulakren reifenförmig den ganzen Körper umgürtend (200). Fossil häufig. Seeigel **II. Echinoidea.**

b) Körper plattig, von zackigem Umriß, meist mit Armen. Ambulakren auf die Mundseite beschränkt. Fossil nicht häufig **(Stelleroidea).**

1. Arme von der Zentralscheibe nicht scharf geschieden (225 *A*). Mundseite mit offenen Längsrinnen (223 *p*). Seesterne. **III. Asteroidea.**

2. Arme von einer runden Zentralscheibe scharf abgesetzt (227 *A*). Mundseite ohne offene Ambulakralrinnen (227 *Ep*). Schlangensterne. **IV. Ophiuroidea.**

C. Körper kelchförmig, meist (in der Jugend immer) durch Stiel festsitzend. Mund auf der Oberseite (235 *o*). Gegliederte Arme wohl entwickelt (230 *A*). Fossil häufig. Seelilien. **V. Crinoidea.**

Dazu kommt eine ansehnliche Zahl paläozoischer Formen, die zumeist wie die *Crinoidea* festgeheftet sind, aber im übrigen so abweichende (vielfach primitive) Merkmale besitzen, daß sie sich trotz mancher auffälliger Beziehungen zu obigen Klassen doch nicht ungezwungen in ihnen einreihen lassen. Wir fassen sie hier zusammen unter der Gesamtbezeichnung Beutelstrahler oder **VI. Cystoidea.**

## 1. Klasse: Holothurioidea (Seewalzen oder -gurken).

Abweichend von den übrigen Klassen erstreckt sich der 5strahlige Bau nicht auf die Geschlechtsorgane, die in der Ein- oder Zweizahl vorhanden sind. Der Körper ist walzenförmig oder abgeplattet. Der von Fühlern umstellte Mund liegt am Vorderende, der After meist am Hinterende des Körpers. Das Wassergefäßsystem beschränkt sich bei einigen Formen auf den Ringkanal und die Fühler. Die weiche oder lederartige Körperhaut ist nur ausnahmsweise mit größeren, meist schuppenförmigen, unregelmäßig angeordneten Kalkplatten versehen; gewöhnlich befinden sich nur kleine, scheiben-, rand-, stabförmige oder sonst wie gestaltete Kalkkörperchen darin. Diese hat man auch gelegentlich fossil bis zum Karbon hinab gefunden.

## 2. Klasse: Echinoidea. Seeigel.

Die Seeigel besitzen eine armlose, kuglige oder abgeplattete, mit beweglichen Stacheln besetzte Schale. Ihr Umriß kann kreisrund (199), 5eckig, oval (199 *B*) oder herzförmig (200) sein. Die Schale besteht aus zahlreichen Platten, die alle oder teilweise in meridionalen Reihen angeordnet (200) sind; die Zahl der Plattenreihen beträgt gewöhnlich 20, bei den meisten paläozoischen Formen aber auch mehr oder weniger, 80—15 (204—206). Die beiden orientierenden Öffnungen der Schale sind die Mundlücke (*o*) und die Afterlücke (*a*), welche bei dem lebenden Tiere teilweise von einer Haut und kleinen Kalktäfelchen verschlossen werden (200 *Aa*, *pl*), im fossilen Zustande aber fast stets als einfache, ± große Löcher erscheinen (201 *o*, *a*).

Bei den ausgesprochen radiär gebauten Seeigeln, *Regularia*, liegen Mund- und Afterlücke in den Polen der ± kugelförmigen Schale (200 *Aa*, *B*). Bei den zweiseitig symmetrischen Formen, *Irregularia*, ist der After aus seiner zentralen Stellung gerückt, bisweilen auch der Mund (201 *a*—*o*).

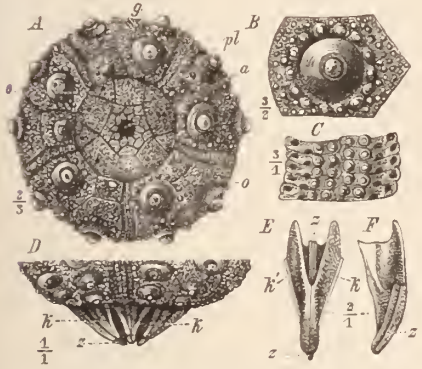



Fig. 200. Beispiel eines radiär gebauten Seeigels (*Cidaris*) mit zentralem After (*Aa*) und Mund (*D*). *A* von der Oberseite. Das Scheitelschild mit den Augen- (*o*) und Genitaltäfelchen (*g*). *a* die zentrale Afterlücke; *pl* die kleinen, sehr selten erhaltenen Täfelchen, welche dieselbe umgeben. *B* eine Interambulakralplatte mit 1 großen und zahlreichen kleineren Körnern. *C* ein Stück des Ambulakralfeldes mit zwei Reihen schmaler, zum Austritt der Füßchen doppelt durchbohrter Platten. *D* der untere Teil der Schale, von der Seite gesehen, mit dem aus der zentralen Mundlücke hervorragenden Kauapparat (*k*, *z*). *E* ein Kieferpaar von außen gesehen; *k* und *k'* die beiden Kieferhälften, welche den Zahn (*z*) einschließen. *F* eine Kieferhälfte von der Seite; *z* Zahn.

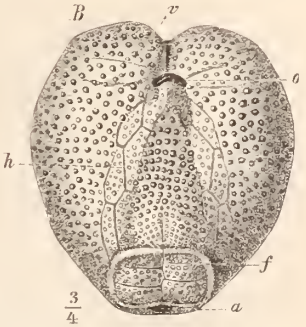



Fig. 201. Schale eines zweiseitig symmetrischen Seeigels (*Micraster*) von der Unterseite, mit exzentrisch gelegener Mund- (*o*) und Afterlücke (*a*).

In diesem Falle teilt eine durch die Mitte der Mund- und Afterlücke gelegene Ebene den Körper in 2 symmetrische Hälften (201). Die Mundlücke liegt stets auf der Unterseite, die Afterlücke meist auf der Oberseite, häufig auch auf der Unterseite, aber stets innerhalb der Symmetrieebene. Sie ist nach hinten gerückt, wenn nicht zentral gelegen. Die Mundlücke

(Peristom) ist rund (213 *Bo*), oval, eckig ausgeschnitten (207 *Bo*) oder 2lippig (201 *o*); die Afterlücke (Periprokt) rundlich (201 *a*) oder 5eckig (209 *Ba*).

In der Mitte der Oberseite finden sich 10 (oder ±) besonders ausgezeichnete stachellose Täfelchen, die das Scheitelschild bilden. Bei den regulären Formen umgibt das Scheitelschild die Afterlücke in der Form eines breiten Ringes (200 *A*), der aus regelmäßig alternierenden größeren (*g*) und kleineren (*o*) Täfelchen besteht, die bei fossilen zuweilen verloren gehen (210 *A*). Zwischen die Afterlücke und den Scheitelschildring schieben sich zuweilen noch eine größere Anzahl sehr kleiner Plättchen (200 *Apl*) ein. Bei den zweiseitig symmetrischen Formen dagegen liegt das Scheitelschild in der Mitte der Oberseite gewöhnlich als eine geschlossene (202), zuweilen verlängerte Masse; es kann aber auch in 2 getrennte Teile zerrissen (218 *A tr—b*) sein.

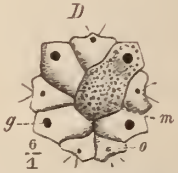



Fig. 202. Scheitelschild von *Micraster*, aus 5 Augentäfelchen (*o*) und 4 Genitaltäfelchen (*g*) bestehend, von denen das vordere rechte, durch seine Größe und Porosität ausgezeichnet, die Madreporenplatte (*m*).

Die Tafeln des Scheitelschildes zerfallen in 2 Gruppen (200, 202):

1. Die größeren Genitaltäfelchen (*g*, meist von unregelmäßig 6eckigem Umriß in der 5- oder 4-Zahl vorhanden; jede besitzt eine (selten mehrere) meist etwas größere Öffnung, in welche die Geschlechtsorgane ausmünden. Eine der Genitalplatten und zwar die vordere rechte (*m*) zeichnet sich vor den übrigen durch ihre Größe und poröse Beschaffenheit aus — Madreporenplatte. Durch die feinen Löcher derselben gelangt das Wasser in den Steinkanal des Wassergefäßsystems.

2. Die (fälschlich sogenannten) Ocellar- oder Augentäfelchen (*o*, stets in der Fünfzahl vorhanden, von 3- oder 5seitigem Umriß und von je einer (selten mehr) feinen Pore durchbohrt.

Der übrige Teil der Schale, die sog. corona, besteht aus zwei auffällig verschiedenen Gruppen von Kalkplatten, die reifenförmig vom Scheitelschild zur Mundlücke ziehen. Die einen, durchgängig kleiner und zahlreicher, sind gelocht — Ambulakralplatten (200 *C*, 204 *Aam*), die andren größeren, meist weniger zahlreichen sind kompakt — Interambulakralplatten (200 *B*, 204 *Aia*). Bei den meisten Seeigeln besteht die corona aus 5 Paar Reihen von Ambulakral- und 5 Paar Reihen von Interambulakralplatten, also im ganzen aus 20 Plattenreihen. Je ein Paar solcher Reihen heißt ein Feld (Ambulakralfeld, Interambulakralfeld). Die meisten paläozoischen Seeigel besitzen noch eine größere oder kleinere Zahl von Plattenreihen als 20 (»*Palechinoidea*«).

Die Ambulakralfelder (*A*) beginnen stets an den Augentäfelchen.

Jede der beiden meridionalen Tafelreihen enthält eine größere Zahl feiner, zu Paaren vereinigter Poren (Porenpaare), die Porenstreifen (Fühlergänge).

Sie verlaufen als gleich breite, gerade oder gewundene (einfache P.— 209 *p*) oder als blattförmig verbreiterte (petaloide 216 *Aa*) Streifen. Aus den Poren treten die letzten, schlauchartigen Verzweigungen des radiären Wassergefäßes hervor, das unter der Schale in der Mittellinie jedes *A* Feldes verläuft. Die aus je 2 Poren austretenden Schläuche vereinigen sich auf der Schale zu einem schwellbaren Füßchen.

Die Interambulakralfelder [*IA*] bestehen aus je 2 Reihen relativ großer, nicht durchbohrter Platten, die seitlich, ebenso wie diejenigen der *A* Felder, in Zickzacknähten aneinander stoßen (199 *B*).

Die Platten der *IA* und *A* Felder sind mit kreisrunden Erhöhungen (Warzen) bedeckt, an welche sich die beweglichen Kalkstacheln (207 *G*, *H*, *K*) mit Hilfe elastischer Bänder anheften. Die Warzen der *A* Felder sind meist kleiner und weniger zahlreich als die der *IA* Felder (200 *BC*). Der Größe der Warzen entspricht zumeist die der Stacheln. Letztere (207 *G*, *H*) haften mit ihrem unten ausgehöhlten Ende (Kopf- *k*) an den Warzen. Dann folgt ein Ring (*r*), hierauf häufig eine halsartige Verlängerung (*h*) und schließlich die Hauptmasse des Stachels, der Stiel oder Körper (*st*). Im fossilen Zustande finden sich die Stacheln fast immer getrennt von der Schale.

Der Kauapparat (200 *D kz*), den man nicht selten fossil antrifft, besteht aus 5 Kinnladen, die ihre Spitzen der Mundöffnung zukehren. Jede Kinnlade (200 *E*) setzt sich aus 3 Hauptstücken zusammen, den beiden symmetrisch gelegenen Kieferhälften (*k* und *k'*) und einem mittleren von ihnen umschlossenen Zahne (*z*). Außerdem treten noch andre Stücke hinzu, welche dem Kiefergerüst Zusammenhalt verleihen. Zur Befestigung der Kaumuskeln dient der in der Form von Spangen (*auriculae*) nach innen umgebogene Rand der Mundlücke.

### Einteilung der Echinoidea.

A. Schale radiär gebaut. After zentral (im Scheitelschild) gelegen. **I. Regularia.**

a) Mundlücke rundlich, ohne Einschnitte für die äußeren Kiemen. Zahl der Tafelreihen oft über-, selten unternormal. **A. Holostomata.**

b) Mundlücke mit 10 Einschnitten für äußere Kiemen. Zahl der Tafelreihen stets normal. **B. Glyphostomata.**

B. Schale durch exzentrische Lage des Afters zweiseitig symmetrisch. **II. Irregularia.**

a) Mit (selten rudimentärem) Kiefergebiß. Mundlücke fast immer zentral. **C. Gnathostomata.**

b) Ohne Kiefergebiß. Mundlücke fast immer ± exzentrisch, oft zweilippig. **D. Atelostomata.**

## I. Regularia. (Radiär gebaute Seeigel.)

Die regulären Seeigel sind durch die zentrale Lage des Afters und der Mehrzahl nach auch durch die beträchtliche Größe der Stachelwarzen ausgezeichnet. Sie finden sich vom Silur bis zur Gegenwart.

### A. Holostomata.

Mundlücke meist groß, ohne Einschnitte. Afterlücke im fossilen Zustande ebenfalls meist groß, weil Scheitelschild oft hinfällig.

Hierher gehören auch die paläozoischen Seeigel mit über- oder unternormalen Tafelreihen, die als *Palechinoidea* bezeichnet werden. Unter diesen gibt es einige

**Primitive Formen,** die auf das Silur beschränkt sind, wie

**Echinocystis** W. Th. (203). Die Amb.felder der eiförmigen, biegsamen Schale sind 4reihig (mit 2 × 2 Porenreihen — *C*), und vereinigen sich am oberen Pol ohne Bildung eines Scheitelschildes. *IA* Felder bestehen aus zahlreichen (am Umfange 10), unregelmäßig geordneten Platten mit kleinen Stacheln (*C*). After und Madreporenplatte (203) noch außerhalb des Scheitels interambulakral gelegen. Scheitelschild nicht entwickelt (*B*). Diese Merkmale erinnern auffallend an die *Cystideen*. Kieferapparat vorhanden. Diese und eine zweite Gattung (*Palaeodiscus*) stellen sehr abweichende, primitive Formen dar. Ob. Silur. Schottland.

Fig. 203. *Echinocystis pomum* W. Th. Ob. Silur. Leintwardine. England. Restauriert. *A* von der Seite. *o* Mund mit Kiefergebiß. *B* von oben. *a* After. *C* Amb. Plattenreihen und die benachbarten *IA* Platten (mit Stacheln).

**Bothriocidaris** Eichw. (204). Die kleine Schale zeigt abweichend von *Echinocystis* einen regulären Bau. Die *IA* Felder 1reihig, *A* Felder 2reihig. Jede *A* Tafel mit einem Porenpaar. After im Scheitel, durch 6—8 Täfelchen von den undurchbohrten Genital- und den durchbohrten Augentäfelchen getrennt (*B*). Mundlücke nur von 10 *A* Tafeln eingefaßt (*C*). Kiefergebiß entwickelt. Unt. Silur. Rußland.

Von diesen und einigen andern aberranten Formen, wie sie auch noch in der Trias auftreten, abgesehen, zerfallen die *Holostomata* in folgende 2 etwas ungleichwertige Gruppen (oder Organisationsstufen):

a) **Perischoechinoidea.** *A* Felder aus 2 oder mehr Plattenreihen, *IA* Felder stets aus mehr als 2 Plattenreihen gebildet; die Platten nur mit kleinen Körnern, nicht mit großen Stachelwarzen besetzt. Nur paläozoisch. Aus der großen Zahl z. T. unvollständig bekannter Formen mögen genannt sein:

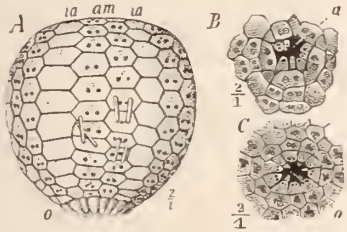



Fig. 204. *Bothriocidaris Pahleni* Schmdt. Untersilur. Nömmis, Esthland. *A* von der Seite. *o* Mundöffnung; *a* Afteröffnung: *am A* Felder; *ia* einreihige *IA* Felder. *B* Scheitelschild mit Afteröffnung (*a*). *C* Unterseite mit der Mundöffnung (*o*).

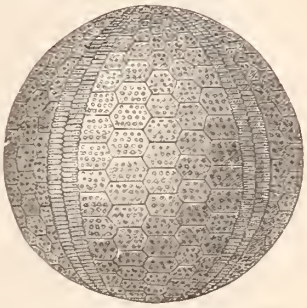


Fig. 205. *Palaëchinus elegans* M. C. Unterkarbon. Irland.

**Palaëchinus** Sc. (205). Feste, kuglige Schale. *A* Platten 2reihig, *IA* Platten in 4—7 Reihen, mit einer Platte die Mundlücke erreichend. Genitaltäfelchen mit je 3, Augentäfelchen mit je 2 Poren. Silur — Karbon.

**Melonites** Norw. & Ow. (206 *A*—*C*). Die dickwandige, melonenförmige Schale wird von 5 × 2 meridionalen Furchen (*Af*) umgürtet, in welchen die zahlreichen (6—14) Plattenreihen der *A* Felder liegen. Zwischen den beiden Furchen eines Feldes erhebt sich der undurchbohrte Teil der *A* Platten in der Form einer meridionalen Rippe. Die *IA* Felder enthalten bis zu 11 Reihen 6seitiger Tafeln (*A*, *Bia*, *Cia*). Sie endigen auf der Oberseite an den 8eckigen, großen, von mehreren Poren durchbohrten Genitaltafeln (*Bg*). Die *A* Felder endigen an 5eckigen, undurchbohrten Augentäfelchen (*Bo*). Tafeln sehr dick. Wohlerhalten im Unterkarbon von N. Amerika; auch in England, Belgien und Rußland.

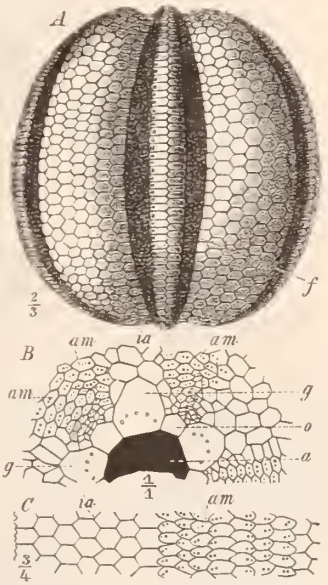



Fig. 206. *Melonites multipora* Norw. Unterkarbon. St. Louis, Missouri. *A* Körper von der Seite gesehen, mit den tiefen *A* Furchen (*f*). *B* Scheitelschild. *a* After; *g* Genital-, *o* Augentäfelchen; *am A*-, *ia IA* Felder. *C* ein Stück eines *A* (*am*) und des daranstoßenden *IA* Feldes (*ia*).

Während die Schalen dieser Formen aus abgestutzten Platten bestehen, die fest miteinander verbunden sind, setzen sie sich bei andern ganz oder z. T.

aus dünnen, abgeschrägten, schuppenartig übereinander greifenden Tafeln zusammen, wie bei

**Lepidocentrus** J. M. (Devon) und **Lepidesthes** M. & W. (Unt. Karbon).

b) **Cidaroidea.** *A* Felder stets nur aus 2 Tafelreihen bestehend. *IA* Tafeln mit je einer großen Stachelwarze. Devon — Gegenwart.

Einige paläozoische (und mesozoische) Vertreter besitzen noch mehr als 2 *IA* Tafelreihen sowie schwach schuppenförmig übergreifende Tafeln, wie

**Archaeocidaris** M. C., eine im Unt. Karbon weit verbreitete Gattung. Die Mehrzahl zeigt den normalen Bau:

**Fam. Cidaridae.** Kuglige oder abgeplattete Schalen von kreisrundem Umfange (207 *A*) mit sehr schmalen, wellig gebogenen, gleichartigen *A* Feldern, die nur mit kleinen Körnern besetzt sind (207 *C*). *IA* Felder sehr breit, mit 2 Reihen großer, fast stets durchbohrter Stachelwarzen (207 *B*). Scheitelschild selten erhalten, groß, kreisrund, aus 10 regelmäßig alternierenden Tafeln bestehend (207 *A o, g*). Mundlücke rund, ebenso groß wie das Scheitelschild. Stacheln groß, keulenförmig oder zylindrisch (207 *G, H*).

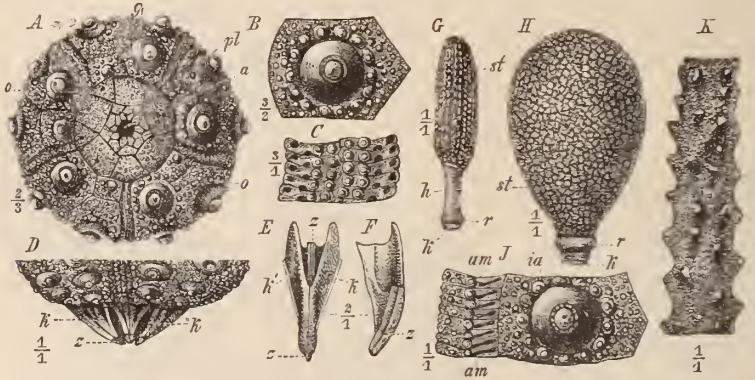



Fig. 207. *A—H Cidaris.* *A—C C. coronata* Schl. sp. Oberer Malm. Schwäbischer Jura. *A* Schale von oben; *a* After, von kleinen Täfelchen (*pl*) umgeben; *o* Augen-, *g* Genitaltäfelchen. *B* eine *IA* Platte mit der großen, durchbohrten Stachelwarze. *C* Stück eines *A* Feldes mit vier Körnerreihen. *D* und *G* *C. florigemma* Phill. Oxford. Schweizer Jura. *D* unterer Teil der Schale von der Seite mit dem Kauapparat (*k*); *z* Zahnspitzen. *G* ein Stachel; *k* Kopf; *r* Kopfring; *h* Hals; *st* Stiel oder Körper. E ein Kieferpaar von *C* sp. aus dem schwäbischen Malm; *k* und *k'* Kieferhälften; *z* Zahn. F eine Kieferhälfte von der Innenseite. *H* Stachel von *C. maeandrina* Ag. Oberer Dogger. Schweizer Jura. Bezeichnung wie bei *G*. *J, K* *Rhabdocidaris horrida* Mer. sp. Mittl. Dogger. Schwaben. *J* eine *IA* Platte (*ia*) und die daran stoßende Reihe von *A* Plättchen (*am*) mit gejochten Poren. *K* ein Stachelstück mit Dornen und Körnern.

Die Cidariden finden sich selten im Paläozoikum, werden in der Trias häufiger, erreichen im Jura und in der Kreide das Maximum ihrer Entwicklung und finden sich in abnehmender Häufigkeit im Tertiär und in den heutigen Meeren. Von den etwa 12 Gattungen kommen nur 2 fossil häufig vor:

**Cidaris** Kl. (207 *A—H*). Mäßig große, oben und unten abgeplattete Schalen, mit wenig zahlreichen, großen *IA* Platten. *A* Poren nicht gejocht, d. h. je zwei zu einer Platte gehörige nicht durch eine Furche verbunden (*C*). Stacheln sehr mannigfaltig, bei verschiedenen Arten meist verschieden.

Von der Trias an, sehr häufig in Jura und Kreide, relativ selten im Tertiär und lebend. Die lebenden Formen in den wärmeren Meeren bis zu einer Tiefe von 250 Faden. Wichtige und weit verbreitete Arten sind:

*C. coronata* Gf. (207 *A—C*), *C. Blumenbachi* Mnst., *C. florigemma* Brill. (207 *D, G*). Mittlerer und oberer Malm. Europa.

*C. vesiculosa* Gf. Cenoman. *C. sceptifera* Mant., *C. subvesiculosa* d'Orb. Turon und Senon. Nord- und Mitteleuropa, Algier.

**Rhabdocidaris** Des. (207 *J, K*). Die Schale größer und höher als bei *Cidaris*. Die Poren jedes Porenpaares durch eine Rinne verbunden (gejocht, 207 *J, am*). Stacheln sehr lang, gedornt, oft platt am oberen Ende. Trias — Tertiär.

*Rh. horrida* Mer. sp. (207 *J, K*). Mittlerer Dogger. Weit verbreitet.

## B. Glyphostomata.

Mundlücke mit 10 Einschnitten. *A* Felder meist breit und mit größeren Stachelwarzen. *A* Platten sehr häufig mit mehreren Porenpaaren.

Vom Jura — Gegenwart in zahlreichen Gattungen verbreitet. Folgende Familien sind wichtig:

1. After durch Einfügung überzähliger, undurchbohrter Platten ± aus der Mitte des Scheitelschildes gerückt. Scheitelschild sehr groß.
   a) *A* Felder schmal, ohne größere Stachelwarzen.
   **1. Fam. Salenidae.**
   b) *A* Felder verbreitert, mit größeren Stachelwarzen.
   **2. Fam. Acrosalenidae.**
2. After in der Mitte des kleinen Scheitelschildes.
   a) Porenstreifen am Umfange der Schale einreihig.
   **3. Fam. Diadematidae.**
   b) Porenstreifen am Umfange der Schale mehrreihig.
   **4. Fam. Echinidae.**

**1. Fam. Salenidae.** Eine kleine Gruppe, deren kleine, *Cidaris*-ähnliche Schalen mit großem Scheitelapparat versehen sind. Einschnitte der Mundlücke oft wenig tief. In Jura und Kreide nicht selten; tertiär und lebend (1000—2500 m zurücktretend.

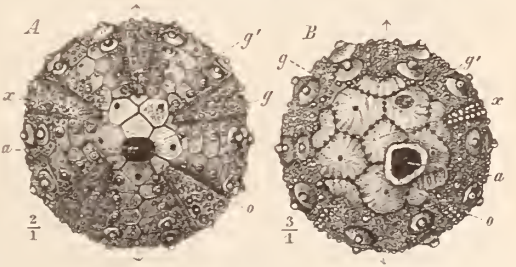



Fig. 208. *Acrosalenia spinosa* Ag. Oberer Dogger. Frankreich. Schale von oben. *B Salenia Prestensis* Des. Aptien. Dauphiné. ⇕ Symmetrieebene; *a* Afterlücke; *x* zentrale Platte; *o* Augentäfelchen; *g* Genitaltafeln; *g'* Madreporenplatte.

**Salenia** Gray (208 *B*). Afteröffnung durch die überzählige Platte (*x*) nach rechts aus der Symmetrieebene (⇕) gerückt.

Madreporenplatte mit einer größeren, unregelmäßigen Öffnung (*g'*). Nähte der Scheitelschildplatten perlschnurartig erweitert. Kreide — Gegenwart.

Bei der schon im Jura vorhandenen Gattung

**Peltastes** Ag. liegt der After in der Symmetrieebene.

**2. Fam. Acrosalenidae.** Mit 1 oder mehreren überzähligen Platten. *A* Felder mit 2 Reihen kleiner Stachelwarzen. Jura und Kreide.

**Acrosalenia** Ag. (208 *A*). Die Corona nicht wesentlich von *Hemicidaris* (209) unterschieden; nur an dem großen, leicht ausfallenden Scheitelschild leicht erkennbar. Mundeinschnitte tief. Madreporenplatte normal. Jura und Unt. Kreide; häufig.

**3. Fam. Diadematidae.** Schale ± kuglig oder flach gedrückt, kreisrund oder 5eckig. Mundlücke immer größer als das normal gebildete Scheitelschild (211 *A*, *B*). *A* Felder relativ breit, mit Stachelwarzen besetzt (209 *a*). *A* Tafeln in der Nähe des Scheitelschildes oder der Mundlücke mit mehr als 1 Reihe von Porenpaaren (210 *Bp'*). Die Familie beginnt im Perm, ist im Jura und in der Kreide reich entwickelt, auch in den heutigen Meeren mit mehreren Gattungen vertreten. Besonders wichtig sind:

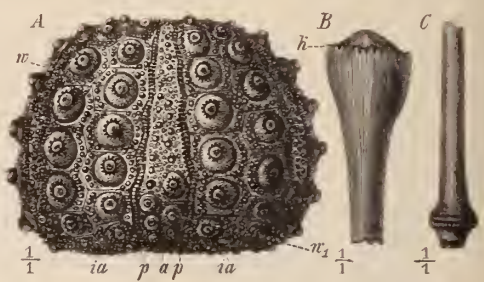



Fig. 209. *A—C A Hemicidaris crenularis* Lmk. sp. Oberes Oxford. Frankreich. *a A* Felder; *p* Porenstreifen; *ia IA* Felder; *w* Stachelwarzen der *IA* Felder, durchbohrt und gekerbt; $w_1$ Stachelwarzen der *A* Felder. *B, C* Stachelfragmente. Oxford. Schweizer Jura. *B* oberes, *C* unteres Ende; *k* kranzförmiger Absatz.

**Hemicidaris** (209 *A—C*). Ziemlich große, meist gewölbte Schalen von kreisrundem Umfange. Porenstreifen (*p*) der mäßig breiten *A* Felder *a* meist wellig gebogen. *A* Felder nur in der Nähe des Randes mit größeren Stachelwarzen ($w_1$). Warzen durchbohrt und randlich gekerbt (*w*). Stacheln lang zylindrisch (*B, C*), zuweilen am äußeren Ende verdickt und abgestutzt (*k*). Perm — Eocän, hauptsächlich im Ob. Jura.

*H. intermedia* Flem. sp. und *crenularis* Lmk. sp. (209 *A—C*). Häufig im Oxford. Mittel- und Nordeuropa.

Bei der häufigen und sehr verbreiteten Gattung

**Pseudodiadema** Des. sind die *A* Felder ihrer ganzen Länge nach mit Stachelwarzen bedeckt. Schale niedrig. Porenstreifen gerade. Sehr häufig in Jura und Kreide; Tertiär selten.

*Ps. pentagonum* M'Coy sp. und *depressum* Ag. sp. Mittl. u. ob. Dogger. England, Frankreich, Mittel- u. Nordeuropa.

*Ps. mamillanum* Rö. sp. und *hemisphaericum* Ag. sp. Mittl. u. ob. Malm. Mittel- u. Nordeuropa.

**Cyphosoma** Ag. (= *Phymosoma* Hme.) (210 *A*, *B*). Schale flach, mit großer, 5eckiger Scheitelschildlücke (*A*). *A* Felder (*a*) oft fast so breit wie die *IA* Felder (*ia*), aus sog. »Großplatten« bestehend (d. h. großen Platten, die aus mehreren kleineren verschmolzen sind und deshalb auch mehrere Porenpaare [*Bp*] führen). In der Nähe des Scheitelschildes und der Mundlücke stehen die Porenpaare in doppelten Reihen (*Bp'*). Warzen undurchbohrt, aber gekerbt (*Bm*).

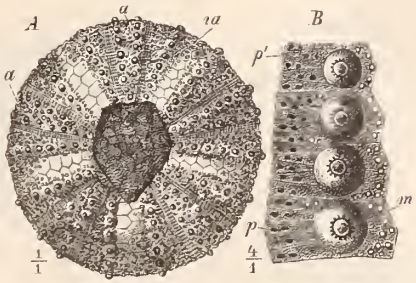



Fig. 210. *Cyphosoma magnificum* Ag. U. Senon. Südfrankreich. *A* Schale von oben, mit der 5eckigen, in der Richtung der Symmetrielinie ausgezogenen Scheitelschildlücke. *a A-*, *ia IA* Felder. *B* vier *A* Großplatten mit gekerbten, undurchbohrten Warzen (*m*) und 4—5 Porenpaaren (*p*), die nach dem Scheitelschild zu sich in 2 Reihen (*p'*) ordnen.

Sehr häufig in der Kreide, selten im Tertiär: 1 Art noch lebend.

*C. radiatum* Sor. Turon. Europa, N. Afrika.

**Glypticus** Ag. (211 *A*—*C*). Mittelgroße Schalen mit sehr markiertem, kompaktem Scheitelapparat (*A a*, *o*, *g*). *A* Felder mit 2 Reihen undurchbohrter und ungekerbter, normaler Warzen (*Ba*). *IA* Felder auf der

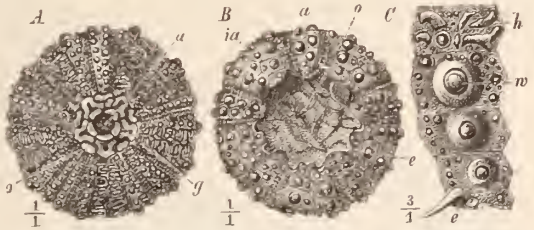



Fig. 211. *Glypticus hieroglyphicus* Gf. sp. Ob. Oxford. Frankreich. *A* Schale von oben; *a* Afterlücke, vom Scheitelschild (*o*, *g*) umgeben; *o* Augen-, *g* Genitaltäfelchen. *B* von unten; *o* Mundlücke mit 10 Einschnitten (*e*). *C* 5 *IA* Tafeln von der Mundlücke an; diejenigen der Unterseite mit normalen Warzen (*w*), die der Oberseite mit leistenartigen Erhöhungen (*h*). *e* wie oben.

Unterseite normal (*Cw*), auf der Oberseite mit verzerrten Leisten (*Ch*). Dogger und Malm.

*G. hieroglyphicus* Gf. sp. (211 *A*—*C*). Ob. Oxford (Glypticien), *G. sulcatus* Gf. sp. Kimmeridge. Mitt. Europa.

**4. Fam. Echinidae.** Die meist dünnwandige Schale ist hoch oder niedergedrückt. Die Porenstreifen der *A* Felder sehr breit, da sie in ihrer ganzen Ausdehnung aus 3 oder mehr Reihen von Porenpaaren bestehen (212 *B*). Scheitelschild normal (212 *C*). Warzen klein, meist undurchbohrt. Die Mehrzahl der lebenden *Regularia* gehört hierher. Einige jurassische und kretazische, viele tertiäre Gattungen.

**Pedina** Ag. (212 *A*—*C*). Schale rund, niedrig. *A* Felder nicht sehr breit. Jede *A* Großplatte mit 3 Reihen von schräg übereinander gestellten Porenpaaren (*B*). Stachelwarzen klein, ungekerbt, aber fein durchbohrt (auf 212 nicht angegeben). Jura, bes. häufig im Malm.

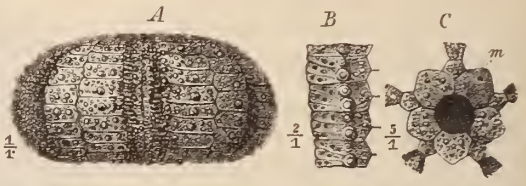



Fig. 212. *Pedina sublaevis* Ag. Oxford. Frankreich. *A* Schale von der Seite. *B* einige *A* Großplatten mit je 3 Reihen von Porenpaaren (die Stachelwarzen sind fälschlich undurchbohrt gezeichnet). *C* Scheitelapparat mit der Madreporenplatte (*m*).

**Stomechinus** Des. besitzt eine hochgewölbte Schale mit undurchbohrten und ungekerbten Stachelwarzen. Häufig im Jura, seltener in der Kreide.

*St. perlatus* Desm. sp. Mittl. u. ob. Malm. Mittl. u. N. Europa.

Die in den jetzigen Meeren weit verbreitete Gattung

**Echinus** Rond. (*E. melo* Ol., *esculentus* L.) kommt fossil vom Eocän an vor.

## II. Irregularia. (Zweiseitig gebaute Seeigel.)

After außerhalb des Scheitelschildes im hinteren Interradius gelegen. Stachelwarzen meist klein. *A* Felder oft ungleich. Unterseite der Schale meist eben. Seit dem mittleren Jura bekannt.

### C. Gnathostomata.

Der fast immer zentrale Mund mit (zuweilen reduziertem) Kiefergebiß. *A* Felder alle untereinander gleich. Jura — Gegenwart.

**5. Fam. Echinoconidae.** Die runde, seltener ovale oder schwach 5eckige Schale besitzt — abgesehen von der exzentrischen Lage des Afters — ein reguläres Gepräge (213). Die Porenstreifen der *A* Felder verlaufen geradlinig; die Poren alle rund, nicht querverlängert (213 *C*). Scheitelschild kompakt, klein. Madreporenplatte größer als die übrigen Genitaltäfelchen, von denen das hintere oft undurchbohrt ist oder fehlt (213 *C*). Mundlücke rund oder etwas eckig. After auf der Ober- oder Unterseite (213 *Ba*). Bezeichnend für Jura und Kreide; 1 lebende, aber keine tertiäre Art bekannt.

a) After auf der Unterseite.

**Holectypus** Des. Die große birnförmige Afterlücke dicht neben der großen Mundlücke gelegen. Ambulakren schmal und gerade. Häufig im Jura und in der Kreide.

**Discoidea** Kl. (213 *D*) besitzt im Innern der Schale radiale Scheidewände (*s*), welche auf dem Steinkern als tiefe Furchen sichtbar werden. Porenstreifen geradlinig. Auf die Kreide beschränkt.

*D. subuculus* Kl. und *cylindrica* Lmk. sp. Cenoman. Europa, N. Afrika.

**Echinoconus** Breyn. (= *Galerites* Lmk.) (213 *A—C*). Schale hoch, kegelförmig oder halbkuglig. Mundlücke klein. After (*Ba*) nahe dem Rande der Unterseite. Porenstreifen auf der Unterseite im Zickzack, je 3 Porenpaare in gerader Linie. In der Kreide häufig; ?Eocän.

*E. albogalerus* Kl., *conicus* Breyn. sp. und *vulgaris* Lesk. sp. Ob. Turon und Senon. N. Europa, häufig. Oft als Kieselsteinkern im Diluvium.

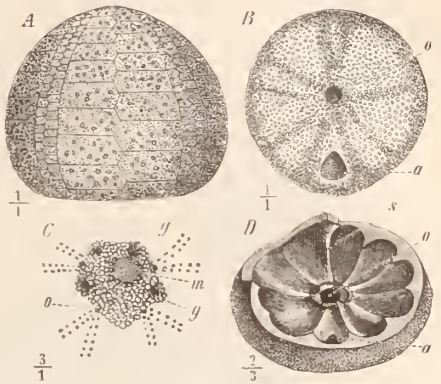



Fig. 213. *A—C Echinoconus Roemeri* Des. Ob. Senon. Lüneburg. *A* Schale von der Seite. *B* von unten; *o* Mund-, *a* Afterlücke. *C* Scheitelschild; *g* Genitaltafeln, deren größte die Madreporenplatte (*m*); die hintere ist undurchbohrt; o Augentäfelchen. *D Discoidea cylindrica* Lmk. sp. Cenoman. Lüneburg. Schale von Innen. *s* radiale Wände; o Mund-, *a* Afterlücke.

b) After auf der Oberseite.

**Pygaster** Ag. Schale niedrig, schwach 5eckig. Die große, ovale Afterlücke hart am Scheitelschilde gelegen. Mundlücke mit Einschnitten. Jura und Kreide.

Hieran reiht sich die nur durch eine Gattung vertretene

**6. Fam. Conoclypeidae.**

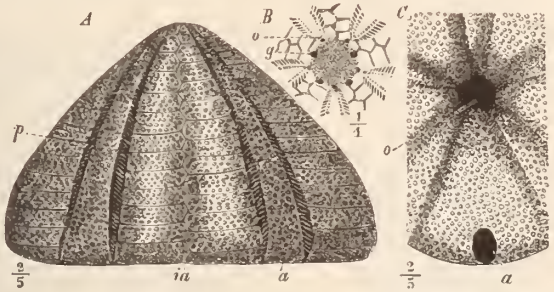



Fig. 214. *Conoclypeus conoideus* Lesk. sp. Eocän. Kressenberg, Bayer. Voralpen. *A* Schale von der Seite gesehen; *a A* Felder; *ia IA* Felder; *p* petaloide Ambulakra. *B* Scheitelschild mit der großen Madreporenplatte; *o* Augen-, *g* Genitaltafeln (nur 4 durchbohrt). *C* Unterseite; *a* After-, o Mundlücke, von den lippenartig vorspringenden Enden der *IA* Felder (Floscelle) umgeben.

**Conoclypeus** Ag. (214 *A—C*). Die hochgewölbten, meist sehr großen Schalen erinnern an *Echinoconus*. Aber die Amb. verbreitern sich nach unten (*Ap*) (werden petaloid), die Poren sind durch eine Furche verbunden (gejocht); die der äußeren Reihe überdies spaltförmig verbreitert. In der Nähe der Mundlücke vertiefen sich die Amb., und die Enden der *IA* Felder

springen lippenartig vor (Floscelle *Co*). Die Madreporenplatte nimmt den größten Teil des Scheitelschildes (*B*) ein. Nur 4 Genitaltafeln (*g*) durchbohrt. Ob. Kreide — Miocän, häufig im Eocän.

*C. conoideus* Lesk. sp. (214 *A—C*). Mittl. u. Ob. Eocän, weit verbreitet und häufig. Europa, N. Afrika, Kl. Asien.

**7. Fam. Clypeastridae.** Schalen groß, schildförmig, 5seitig oder ausgebuchtet. *A* Felder sehr verschieden von den *IA* Feldern (215).

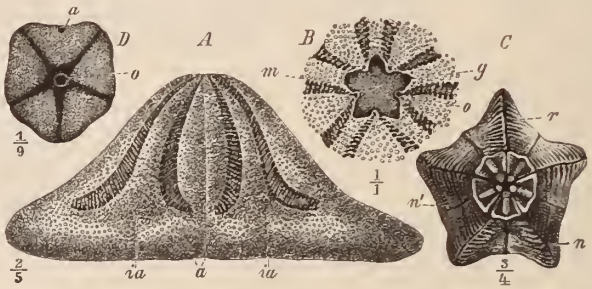



Fig. 215. *A—D Clypeaster aegyptiacus* Mich. Pliocän. Kairo. *A* Schale von der Seite; *a* blattförmige Ambulakra; *ia* die relativ schmalen *IA* Felder. *B* Scheitelschild; *m* Madreporenplatte in der Form eines fünfstrahligen Sternes; *o* Augen-, *g* Genitalporen. *C* Kauapparat, von oben gesehen, aus 5 Kiefern bestehend; *r* gerade Trennungslinie der beiden symmetrischen vorderen Kiefer; *n* gebogene Trennungslinie des hinteren unpaaren Kiefers von dem benachbarten hinteren paarigen; *n'* Trennungslinie der 2 Kieferhälften des linken hinteren Kiefers. *D* Unterseite der Schale mit Mundlücke (*o*) und Afterlücke (*a*).

Amb. auf der Oberseite breit blattförmig (215 *A*, 216 *B*), die Unterseite nicht erreichend (216 *A*). Tafeln des Scheitelschildes verschmolzen; Madreporenplatte fast das ganze Scheitelschild einnehmend (215 *B*). Kiefergebiß kräftig (215 *C*). Spärlich in der Kreide, Maximalentwicklung im jüngeren Tertiär und in der Gegenwart.

**Clypeaster** Lmk. (215). Umriß 5seitig, gerundet und ausgebuchtet. Oberseite flach gewölbt, meist aber in der Mitte kegelförmig erhöht. Unterseite mit 5 Furchen (*D*). Tafeln des Scheitelschildes zu einem 5strahligen Sterne verschmolzen (*B*), der fast ganz von der Madreporenplatte (*m*) gebildet wird. Im Innern der Schale pfeilerartige Kalkbildungen, welche von dem Boden bis zur Decke reichen. Der massive Kauapparat deutlich 2seitig symmetrisch gestaltet (*C*).

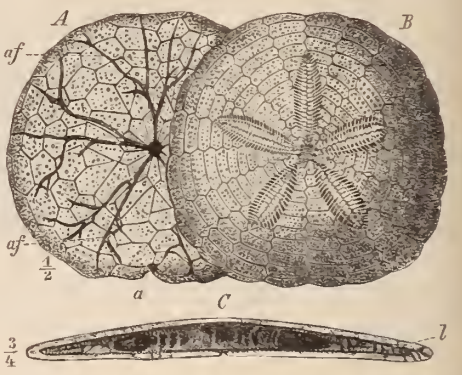



Fig. 216. *A—C Scutella subrotunda* Lmk. Miocän. Bordeaux. *A* Schale von unten; *af* Furchen; *a* Afterlücke. *B* von oben. *C* Vertikalschnitt, um die Kalkwucherungen im Innern (*l*) zu zeigen.

*Clypeaster* beginnt im Eocän, findet sich häufig im Miocän und Pliocän und ist in den wärmeren Meeren in Tiefen bis 120 Faden vertreten.

*Cl. altus* Lmk., *grandiflorus* Br. Miocän. Mittelmeergebiet.

**Scutella** Lmk. (216). Flache, scheibenförmige Schalen mit ausgebuchtetem Umriß. Rand scharf. Mund- und Afterlücke (*a*) klein. Kurze, blumenblattartige Amb. (*B*). Unterseite mit verzweigten Furchen, die von der Mundlücke ausstrahlen (*A af*). Das Innere der Schale, wie bei *Clypeaster*, von stalaktitenartigen Kalkwucherungen erfüllt (*Cl*). Oligocän — Recent, vorwiegend im Miocän.

## D. Atelostomata.

Der zweiseitig-symmetrische Bau kommt bei dieser Gruppe sowohl in der fast immer ovalen bis herzförmigen Gestalt der Schale als auch in der exzentrischen Lage des Afters und z. T. auch des Mundes zum Ausdruck. Ein Kiefergebiß fehlt. Die 10 Einschnitte der Mundlücke für äußere Kiemen nie vorhanden, dagegen zuweilen eine Floscelle (siehe *Conoclypeus* S. 153). Durch exzentrische Lage des Mundes verkürzen sich die vorderen, verlängern sich die hinteren *A*- und *IA* Felder. Das hintere *IA* wölbt sich häufig zwischen After und Mund über die Grundfläche in der Form eines ± gerundeten Rückens hervor, und die *IA* Tafeln verlängern sich in der Nähe des Mundes — sternum (219 *Bo—a*). Vom mittleren Jura — Gegenwart.

I. **Asternata.** Mundlücke nur schwach exzentrisch, niemals zweilippig, oft mit Floscelle. Sternum fehlt (*Cassidulidae*).

8. **Fam. Echinoneidae.** Porenstreifen einfach, schmal, alle gleich; Floscelle fehlt. After meist auf der Oberseite. Hauptsächlich in Jura und Kreide, jünger selten. Beispiele:

**Pyrina** Desm. Schale eiförmig, oben und unten gewölbt. After am Hinterrand der Oberseite. Jura — Eocän, häufig in der Kreide.

**Hyboclypeus** Ag. 5eckige, unten abgeplattete Schalen. After in einer Furche hart am Scheitelschilde. Ausschließlich Jura.

**9. Fam. Nucleolitidae.** Ambulakren schwach petaloid verbreitert. Mundlücke ohne Floscelle. After meist auf der Oberseite in einer Furche. Jura — Gegenwart.

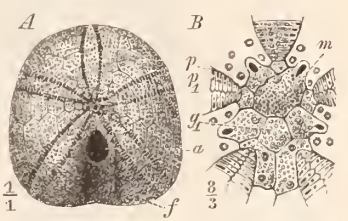



Fig. 217. *A, B Echinobrissus scutatus* Lmk. sp. Oberes Oxford. Normandie. *A* Schale von oben; *f* Furche, in der die Afterlücke (*a*) gelegen. *B* Scheitelschild; *m* Madreporenplatte; $g_1$ undurchbohrte Genitaltafel; *p* quere Poren der äußeren, $p_1$ runde Poren der inneren Reihe.

**Echinobrissus** Breyn. (217 *A*, *B*). Mäßig große bis kleine, ovale, hinten abgestutzte Schalen. Mundlücke und Scheitelschild schwach exzentrisch. Afterlücke hinter dem Scheitelschilde in einer Furche gelegen (*Af*). Madreporenplatte groß (*Bm*). Die hintere Genitalplatte (*B* $g_1$) undurchbohrt, durch die 2 benachbarten Augentäfelchen von der

Corona getrennt. Sehr häufig im Jura und in der unteren Kreide. Auch noch lebend.

*E. Renggeri* Des., *clunicularis* Llhwyd. sp. Oberer Dogger. Mittl. und N. Europa.

**10. Fam. Echinolampidae.** Ambulakren petaloid. Floscelle vorhanden. Mund meist auf der Unterseite. Jura — Gegenwart, häufig im Tertiär.

**Clypeus** Kl. Große, niedrige, breite Schalen. After auf der Oberseite in einer Furche. Häufig im Dogger. *Cl. Ploti* Kl.

**Echinolampas** Gray. Große, gewölbte, ovale bis schwach 5eckige Schalen. Afterlücke queroval, auf der Unterseite. Mundlücke fast zentral. Tertiär und lebend, häufig. *E. Kleinii* Gf. Ob. Oligocän. N. Deutschland.

**II. Sternata.** Mundlücke stark nach vorn gerückt, oft zweilippig, ohne Floscelle. Sternum ± stark ausgebildet. Im Jura selten, in Kreide, Tertiär und Gegenwart häufig.

**11. Fam. Collyritidae.** Amb. einfach, mit schmalen Porenstreifen. Scheitelschild stark verlängert, durch Einschaltung überzähliger Tafeln in 2 Teile, ein vorderes *trivium* (218 *A tr*) und ein hinteres *bivium* (218 *A b*), zerrissen. Sternum schwach angedeutet. Wenige Gattungen vom Dogger — Unt. Kreide bekannt. (? Lebend.)

**Collyrites** Desm. (218 *A—C*). Schale oval oder schwach herzförmig. Unterseite kissenförmig gewölbt. Trivium (*A tr*, *C*) mit 4 Genital- und

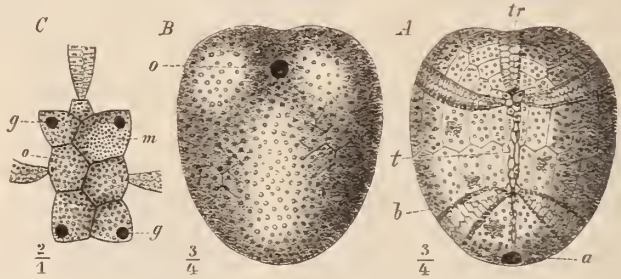



Fig. 218. *Collyrites bicordata* Lske. sp. Ob. Oxford (Terrain à chailles). Fringeli, Berner Jura. *A* Schale von oben; *a* Afterlücke; *b* Bivium; *tr* Trivium; *t* überzählige Tafeln des Scheitelschildes. *B* von unten; *o* Mundlücke. *C* vorderer Teil des Scheitelschildes (Trivium) mit 4 Genitaltafeln (*g*), Madreporenplatte (*m*) und 3 Augentafeln (*o*).

3 Augentafeln, Bivium (*A b*) mit den 2 andern Augentafeln. Mitt. und Ob. Jura, Unt. Kreide.

**12. Fam. Ananchytidae.** Scheitelschild kompakt oder schwach verlängert, aber ohne überzählige Tafeln zwischen Bivium und Trivium. Mundlücke verquert, zweilippig. Häufig in der Kreide, seltener tertiär und lebend (in größeren Tiefen).

**Ananchytes** Merc. (= *Echinocorys*) (219 *A—C*). Die eiförmige, hochgewölbte Schale ist vorn etwas ausgezogen. Scheitelschild zentral, nur schwach verlängert (*C*), Mundlücke quer (*B o*). Afterlücke auf der Unterseite, nahe dem Rande gelegen (*a*). Poren sehr fein. Nur in der Ob. Kreide (Turon und Senon), häufig.

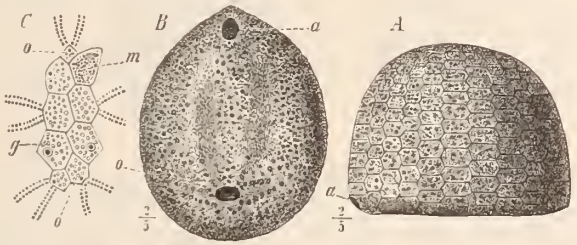



Fig. 219. *A—C Ananchytes ovata* Lske. sp. Ob. Kreide (Senon). England. *A* Schale von der Seite; *a* Afterlücke. *B* von unten; *o* Mundlücke; *a* Afterlücke. *C* Scheitelschild; *m* Madreporenplatte; *o* Augentafeln; *g* Genitaltafeln.

*A. ovata* Lske sp. (219 *A—C*) (= *Echinocorys vulgaris* Breyn.) mit zahlreichen Varietäten. Gemein im Turon, bes. im Senon Nord- und Südeuropas und Nordafrikas. Im Diluvium vielfach als Feuersteinkern. Diese Gattung dürfte in Tiefseeformen wie *Cystechinus* u. a. heute fortleben.

In der Unt. bes. in der Ob. Kreide verbreitet ist

**Holaster** Ag. Die Schale besitzt einen herzförmigen Umriß. Vom Scheitel erstreckt sich eine Furche, in der das vordere Ambulakrum verläuft, bis zur Mundlücke.

*H. laevis* Deluc. sp. Gault und Cenoman, *subglobosus* Lske sp. Cenoman. Europa, N. Afrika.

**13. Fam. Spatangidae.** Ausgeprägt 2seitig symmetrische, meist herzförmige Schalen mit 2lippiger (221 *B o*), seltener 5eckiger Mundlücke (220 *B o*). Amb. petaloid: das vordere meist in einer Furche gelegen (220 *A*), die 2 vorderen seitlichen (220 *A v*) meist länger als die 2 hinteren seitlichen (220 *A h*). Auch die seitlichen liegen meist vertieft (221 *A*). Scheitelschild kompakt. Oft verlaufen auf der Schale glatte oder feingekörnelte, aber nicht mit Stachelwarzen besetzte Bänder, sog. Fasciolen (oder semitae) (221 *Bf*, 222 *fp*, *fl*).

Diese Familie erscheint in der Kreide, erreicht aber erst im Tertiär und in der Gegenwart mit zahlreichen Gattungen das Maximum ihrer Entwicklung.

**A.** Mundlücke 5eckig (220 *B o*). In der unt. u. mittl. Kreide häufig, in jüngeren Schichten und lebend sehr selten.

**Toxaster** Ag. (220 *A—C*) (= *Echinospatangus* Breyn.). Das unpaare Amb. liegt in einer Furche, die vom Scheitel bis zur fünfeckigen Mundlücke (*o*) zieht. Seine Porenstreifen bestehen aus einer äußeren Reihe stark querverlängerter (*C a*) und einer inneren Reihe weniger stark verlängerter (*C i*) Poren.

Die zwei vorderen paarigen Amb. (*A v*) sind stärker gebogen, länger und breiter als die hinteren (*h*). After am abgestutzten Hinterrande. In der Unt. und

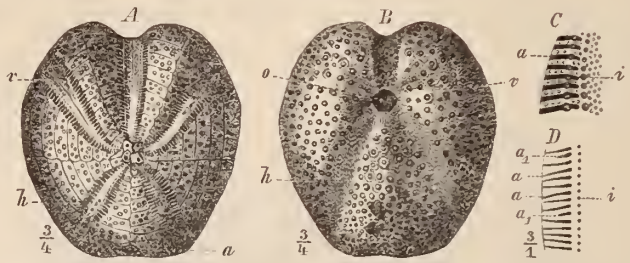



Fig. 220. *A—C Toxaster complanatus* L. sp. Mittelneocom. Auxerre, Dép. de l'Yonne. *A* Schale von oben; *v* vordere; *h* hintere Amb.; *a* After. *B* von unten; *o* Mundlücke; *v* und *h* wie bei *A*. *C* Stück eines Porenstreifens des vorderen Amb.; *a* äußere, *i* innere Porenreihe. *D* derselbe Porenstreifen von *Heteraster oblongus* Deluc. sp.; *a* und $a_1$ äußere, *i* innere Porenreihen.

Ob. Kreide (Neocom, Gault und Cenoman), stellenweise sehr häufig (*Toxaster*- oder *Spatangen*-Kalke des Mittelneocoms). Bei der nahe verwandten Gattung

**Heteraster** d'Orb. (220 *D*) ist die Ungleichheit zwischen den vorderen und hinteren paarigen Amb. noch größer. Dazu sind die Poren der äußeren Reihen des unpaaren Amb. gebogen und untereinander ungleich, bald länger (*a*), bald kürzer ($a_1$). *H. oblongus* Deluc sp. (220 *D*). Aptien. Europa, N. Afrika.

**B.** Mundlücke zweilippig (221 *Bo*). Besonders häufig in der Ob. Kreide, im Tertiär und in der Gegenwart.

**Micraster** Ag. (221 *A—D*). Schale meist herzförmig. Alle 5 Amb. liegen in Furchen. Poren des unpaaren Amb. rund, die der paarigen

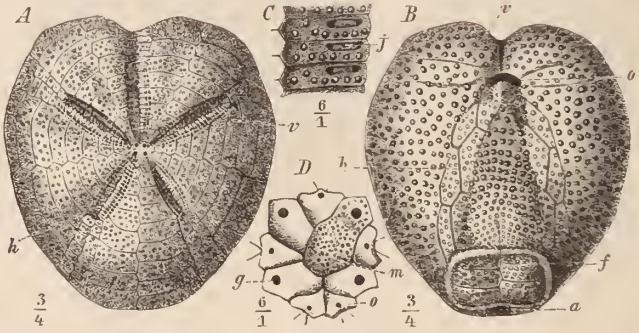



Fig. 221. *Micraster cor anguinum* Kl. sp. Senon. Frankreich. *A* von oben; *v* vordere, *h* hintere paarige Amb. *B* von unten; *o* Mundlücke; *a* Afterlücke; *f* Fasciole; *v* vorn. *C* 3 Ambulakralplatten eines paarigen Amb. mit je einem gejochten Porenpaar (*j*). *D* Scheitelapparat; *m* Madreporenplatte; *g* Genital-, *o* Augentafeln.

Amb. etwas querverlängert und gejocht (*C j*). Hintere Amb. (*A h*) kürzer als die vorderen (*v*). Scheitelschild aus 9 Platten bestehend (*D*). Madreporenplatte bis in die Mitte reichend (*D m*). Unterhalb des Afters (*B a*) eine

(subanale) Fasciole (*B f*) von ovaler Form. Warzen der Unterseite größer als die der Oberseite. Häufig in der Ob. Kreide, selten im Tertiär.

*M. breviporus*. Mittleres Turon. *M. cor testudinarium* Gf. Oberstes Turon. *M. cor anguinum* Kl. sp. (221 *A—D*). Unteres Senon.

Folgende 2 Gattungen sind durch den Besitz einer fasciola peripetala, d. h. eines die Ambulakra umfassenden Bandes (222 *B fp*) und durch querverlängerte Poren der paarigen Amb. ausgezeichnet.

**Hemiaster** Des. Umriß meist oval, seltener herzförmig. Alle 5 Amb. in wenig tiefen Furchen. Nur eine fasciola peripetala entwickelt. Scheitel meist etwas nach hinten gelegen. Unt. und Ob. Kreide, Tertiär und Recent.

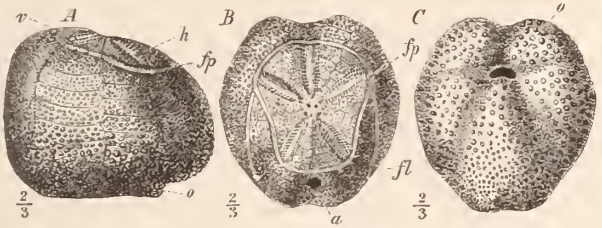



Fig. 222. *A—C Linthia Verneuili* Des. Unt. Turon. La Bédoule bei Marseille. *A* von der Seite, *B* von oben, *C* von unten. *o* Mundlücke; *a* Afterlücke; *v* vordere, *h* hintere paarige Amb.; *fp* fasciola peripetala; *fl* fasciola lateralis.

**Linthia** Mer. (222 *A—C*). Außer einer peripetalen Fasciole (*fp*) noch eine seitliche fasciola lateralis — *B fl*) vorhanden, welche den After umkreist. Scheitel meist etwas nach vorn, bei der verwandten Gattung **Schizaster** Ag. (Tertiär, lebend) nach hinten gerückt. Ob. Kreide, hauptsächlich tertiär, selten recent.

Durch das Fehlen von Fasciolen und den Besitz auffallend großer Stachelwarzen sind einige tertiäre und lebende Gattungen ausgezeichnet, wie **Hemipatagus** Ag. (*Hofmanni* Gf. — Oligocän).

## Vorkommen und Verbreitung der Echinoidea.

Die fossilen Seeigel kommen, wie die lebenden, meist gesellig vor. Die Mehrzahl derselben findet sich in Absätzen aus geringer Meerestiefe. So weisen beispielsweise die Korallenbildungen der Jura-Kreidezeit einen außerordentlichen Reichtum an Seeigel-Schalen und -Stacheln auf, namentlich der Gattungen *Cidaris*, *Rhabdocidaris*, *Hemicidaris*, *Pseudodiadema*, *Echinobrissus*, *Collyrites*, während die Seichtwasserbildungen der Tertiärperiode durch *Conoclypeus*, *Clypeaster*, *Scutella*, *Echinolampas* sowie manche *Spatangiden* bezeichnet werden. Durchschnittlich größere Meerestiefen scheinen die *Echinoconiden*, *Ananchytiden* und *Spatangiden* der Kreidezeit bewohnt zu haben, wie denn auch ihre heute noch lebenden Nachkommen erst durch die jüngsten Tiefseeforschungen zu Tage gefördert worden sind.

Sehen wir von den wenig zahlreichen Funden von Seeigeln aus paläozoischen und triadischen Schichten ab, so finden wir zum ersten Male zur Jurazeit, besonders vom mittleren Dogger an aufwärts reiche Faunen, in denen alle Familien mit Ausnahme der Conoclypeiden, Clypeastriden

und Spatangiden bereits vertreten sind. Cidariden und Diadematiden überwiegen über alle andern Familien. In der Kreide treten die Spatangiden neu hinzu und die Holasteriden werden durch zahlreiche Gattungen vertreten. Erst in der allerjüngsten Kreide erscheinen die ersten Vertreter der Conoclypeiden und Clypeastriden. In den tertiären Faunen herrschen die Echiniden, Clypeastriden, Echinolampiden und Spantangiden, während alle übrigen Familien sowohl bezüglich der Häufigkeit ihres Auftretens als auch der Mannigfaligkeit der Formentwicklung hinter denselben zurückstehen.

Die vertikale Verbreitung der wichtigsten Gattungen ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich [ausgestorben durch †, die Maximalentwicklung durch — bezeichnet]:

| | Mittlerer und oberer Dogger | Malm | Untere Kreide | Obere Kreide | Eogen | Neogen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cidaris* | Trias | — | — | — | . | . |
| † *Rhabdocidaris* | . | — | . | . | . | |
| *Salenia* | | | — | — | . | . |
| † *Acrosalenia* | — | — | — | | | |
| † *Hemicidaris* | . | — | . | . | . | |
| † *Pseudodiadema* | — | — | — | — | . | |
| *Cyphosoma* | | | . | — | . | . |
| † *Glypticus* | . | — | | | | |
| † *Pedina* | . | — | | | | |
| *Echinus* | | | | | . | — |
| † *Echinoconus* | | | . | — | | |
| † *Discoidea* | | | — | — | | |
| † *Pyrina* | | . | — | — | . | |
| † *Conoclypeus* | | | | . | — | . |
| *Clypeaster* | | | | | . | — |
| *Scutella* | | | | | . | — |
| † *Echinobrissus* | — | — | — | | | |
| † *Echinolampas* | | | | | — | — |
| † *Collyrites* | — | — | — | | | |
| † *Ananchytes* | | | | — | | |
| † *Holaster* | | | . | — | | |
| † *Toxaster* | | | — | | | |
| † *Heteraster* | | | — | | | |
| † *Micraster* | | | | — | . | . |
| *Hemiaster* | | | . | — | — | . |
| *Lintlia* | | | | . | — | . |

## Stelleroidea.

Als solche faßt man die See- und Schlangensterne zusammen, die folgende gemeinsame Merkmale aufweisen:

Es sind freie, ± platte Körper von strahliger Form, deren meist in Arme fortsetzende Amb. auf die untere (Mund-) Seite sich beschränken. Eine zum Munde führende Tentakelrinne fehlt. Der Madreporit ist nie mit einem Scheitelschilde verbunden. Das radiäre Wassergefäß verläuft auf ambulakralen Platten.

Wenn auch kein Merkmal existiert, welches die *Asteroidea* vollständig scharf von den *Ophiuroidea* scheidet, so empfiehlt es sich doch aus praktischen Rücksichten beide getrennt zu halten. Sie sind vom Silur (Kambrium) an bekannt, fossil finden sie sich nur stellenweise häufig, weil die nur locker verbundenen Kalkstücke des Skeletts zumeist isoliert wurden.

## 3. Klasse: Asteroidea. Seesterne.

Die Arme der Seesterne, welche nicht immer scharf von der Scheibe absetzen, sondern auch ganz darin eingeschlossen sein können (224), enthalten abweichend von den *Ophiur.* nicht nur Zweige des Wassergefäß-, Blutgefäß- und Nervensystems, sondern auch Fortsätze der Geschlechtsorgane und Blindsäcke des Darmes. In der Mitte der Unterseite der Arme verläuft vom Munde bis zur Armspitze eine offene Ambulakralfurche, auf welcher allein die Amb.-Füßchen austreten (223 *p*). Von den zahlreichen Kalkplatten werden die größeren, welche meist den Rand der Scheibe und Arme besetzen, Randplatten genannt, die der Oberseite (223 *r'*; 224 *Br'*) heißen dorsale, die der Unterseite ventrale (223 *r*; 224 *Ar*). Die Amb.-Furche wird jederseits von 2 Reihen Platten eingefaßt; die unteren kleineren, von außen sichtbaren heißen Adambulakralplatten (223 *ad*), die größeren, nach innen vom Wassergefäß gelegenen (Sub-) Ambulakralplatten (223 *a*). Sie sind gegenständig und durch Muskeln beweglich. In der Ecke zwischen ihnen und den ventralen Randplatten liegen noch kleine Zwischenplatten (*z*. In dem keilartig nach innen verschmälerten Raume zwischen den Amb.-Platten verläuft das radiale Wassergefäß (*w*), unter diesem das Blutgefäß und der Nerv. Das Wassergefäß erweitert sich jederseits zu seitlichen Säcken (Ampullen — *amp*), welche zwischen den Amb.-Platten in das Innere des Armes hinein fortsetzen, nach außen (unten) aber je 1 (auch 2) Füßchen (*p*) abgeben. Der Steinkanal mündet auf der Oberseite mit einem (oder mehreren) interradial gelegenen Madreporit (224 *Bm*; 225 *Am*). Meist findet sich auf der Oberseite auch eine feine interradiale Afteröffnung.

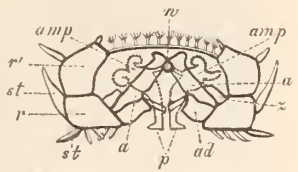



Fig. 223. Querschnitt durch den Arm von *Astropecten*; *r'* dorsale, *r* ventrale Randplatten; *a* (Sub-) Ambulakral-, *ad* Adambulakralplatten; *z* Zwischenplatten; *st* Randstacheln; *amp* Ampullen; *p* Füßchen des Wassergefäßsystems, welche in der Ambulakralfurche hervortreten; *w* radiäres Wassergefäß. Die Oberseite ist mit kleinen, borstenförmigen Papillen besetzt.

Fossile Seesterne sind im allgemeinen seltene Erscheinungen, was jedoch nicht ausschließt, daß sie sich an gewissen Lokalitäten zahlreich finden. Ihre geologische Bedeutung ist somit gering; zudem steht der häufig mangelhafte

Erhaltungszustand oft einem genauen Vergleiche mit lebenden Formen hindernd im Wege.

Die lebenden Seesterne zerfallen in 2 leicht kenntliche Gruppen. Für die eine derselben (*Phanerozonia*) ist das Vorhandensein großer Platten am Rande der Scheibe ebenso bezeichnend, wie für die andre (*Cryptozonia*) das Fehlen derselben. Die letztere Gruppe scheint im fossilen Zustande sehr selten zu sein, während Vertreter der ersteren Gruppe schon aus paläozoischen Schichten in einiger Häufigkeit bekannt geworden sind. Von Formen, die sich an lebende sehr enge anschließen, heben wir hervor:

**Goniaster** Ag. (224). Die Arme ragen kaum über die große Scheibe hinaus. Randplatten sowohl auf der dorsalen (*r'*) als auf der ventralen Seite (*r*) sehr groß. Die Adamb.-Platten (*ad*), welche die Amb.-Furche begrenzen, klein, vierseitig. Die Deckplatten der Ober- und Unterseite (*z*) klein, polygonal. Mitten in denselben liegt auf der Oberseite interradial der Madreporit (*Bm*). Mund von 10 dreieckigen Oralplatten (*Ao*) umgeben. In Jura und Kreide nicht selten, meist aber nur in isolierten Randplatten gefunden. Tertiär und lebend.

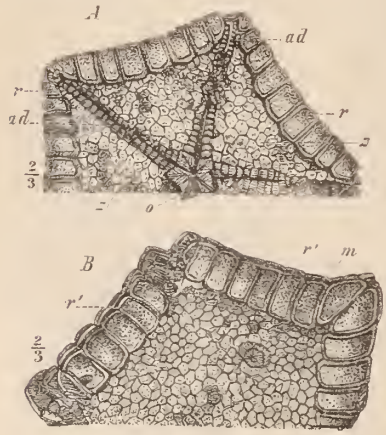



Fig. 224. *Goniaster Parkinsoni* Forb. Turon. Sussex. *A* von der Unterseite. *B* von der Oberseite. o Oralplatten, die sternförmig den Mund umgeben; *ad* Adamb.-Platten; *r* Randplatten der Unterseite; *r'* Randplatten der Oberseite; *z* Deckplatten; *m* Madreporit.

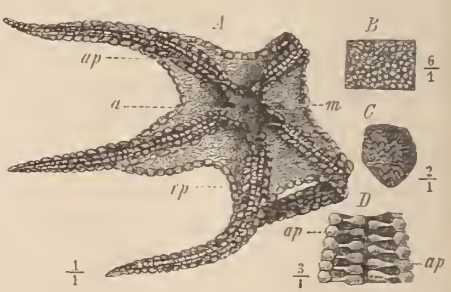



Fig. 225. *A—C Aspidosoma Tischbeinii* F. Rö. U. Devon (Hundsrückschiefer). Bundenbach im Moseltale. *A* der verdrückte Körper von der Dorsalseite; *a* After; *m* Madreporit; *ap* Adamb.-Platten; *rp* Randplatten. *B* die Schuppen der Scheibenoberfläche. *C* Madreporit. *D A. petaloides* Sim. U. Devon. Niederlahnstein. Die Amb.-Platten (*ap*), welche die Armfurche einfassen, stehen wechselständig.

Die meisten paläozoischen Seesterne besitzen im Gegensatze zu den jüngeren wechselständige Amb.-Platten (225 *D ap*). Derartige *Encrinasteriae*, wie man sie, um auf die für die Crinoidenarme bezeichnende Wechselständigkeit der Platten anzuspielen, nennt, sind namentlich im rheinischen Unterdevon als Abdrücke im Sandstein oder verkiest in den Bundenbacher Schiefern recht häufig. Die bekannteste Gattung ist:

**Aspidosoma** Gf. (225 *A—D*). Die Arme überragen die fünfseitige Scheibe. 2 oder 4 Reihen von Armtafeln sichtbar. Randplatten deutlich (*rp*), gegen

die Arme zu kleiner werdend. Die Adamb.-Platten werden auf dem freien Teile der Arme allmählich größer und gehen in Randplatten über. Der übrige Teil der Scheibe ist mit kleinen Schuppen getäfelt (*B*). Auf der Oberseite die Madreporenplatte (*Am*, *C*) und der von kleinen Täfelchen umgebene After (*Aa*) sichtbar. Amb.-Platten besonders in der Mitte der Arme deutlich wechselständig (*D ap*) Rheinisches Unterdevon.

## 4. Klasse: Ophiuroidea. Schlangensterne.

Die schmalen Arme der *Ophiuren* setzen sich fast immer scharf von einer runden, zentralen Scheibe (227 *A*) ab. Die Verdauungs- und Geschlechtsorgane sind auf diese beschränkt, in den Armen verlaufen nur Zweige des Blut- und Wassergefäßsystems sowie der Nerven. In der Mitte der Unterseite der Scheibe liegt der fünfstrahlige Mund (226 *Ao*); eine gesonderte Afteröffnung fehlt.

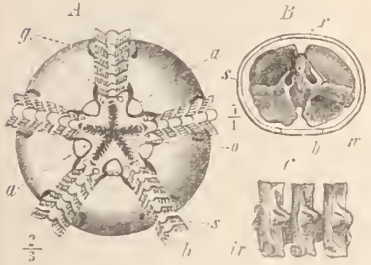



Fig. 226. *A* Unterseite der Scheibe einer *Ophiure* mit den Armansätzen (*b*); *o* Mund; *a* Mundschilder; *g* Bursalspalten zu zwei auf jeder Seite des Armes; *s* Füßchenschuppen. *B* Armwirbel einer Ophiure, von den Armschildern (im Querschnitt) umschlossen; *w* unterer Wirbelkanal. *b* Bauch-, *r* Rücken-, *s* Seitenschild. *C* drei Armwirbel von der Seite; *iv* Muskelgruben für die zwischen den Wirbeln befindlichen Muskeln.

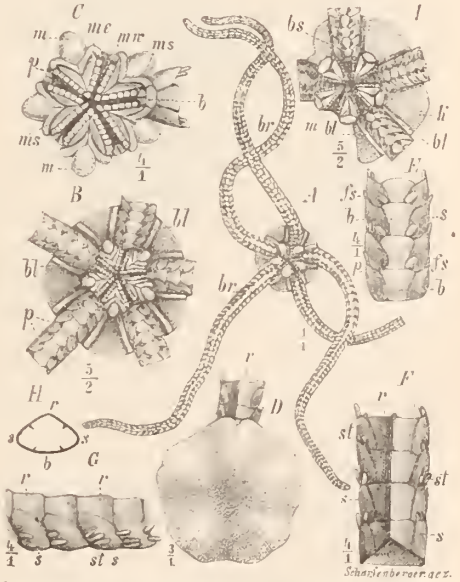



Fig. 227. *A*—*H Ophiocten ferrugineum* Böhm. Ob. Dogger (Ferrugineus-Sch.). Vögisheim, Breisgau. *A* Ansicht eines vollständigen Stückes von unten. *B* die Scheibe mit den innern Armenden von unten. *C* das Mundskelett von unten. *D* die eingedrückte Scheibe von oben gesehen. *E* ein Stück des Armes von unten. *F* derselbe von oben. *G* von der Seite, *H* im Querschnitt. *I Geocoma planata* Qu. sp. Ob. Malm. Kelheim, Bayern. Die Scheibe von unten.
Scheibe. *mw* Mundwinkel; *p* Mundpapillen (fälschlich 7 statt 5 gezeichnet); *m* Mundschilder; *ms* Seitenmundschilder; *me* Munddeckstücke; *b* 2. Bauchplatte des Mundskeletts; *bs* Bursalspalten; *bl* Bursalschuppen (herausgedrückt); *k* Körner der Scheibenhaut.
Arme. *br* Arme; *r* Rückenschild; *s* Seitenschilder; *b* Bauchschild; *p* Amb.-Poren; *fs* Füßchenschuppen; *st* Stacheln.

Ebenfalls auf der Unterseite der Scheibe und zwar symmetrisch zu beiden Seiten der Arme finden sich 1 oder 2 spaltförmige Öffnungen (im ganzen also

10 oder 20), die sog. Bursalspalten (226 *Ag*; 227 *Jbs*), welche zu 10 blind geschlossenen, sackförmigen Einstülpungen der Körperwand führen — Bursae, und als Atmungsorgane und Leiter für die Geschlechtsprodukte dienen. Der äußere (vom Arme abgewandte) Rand der Bursalspalten setzt als eine nach innen umgeschlagene Schuppe in die Scheibe hinein fort (Bursalschuppe), die beim Fossilisationsprozeß nach außen gedrückt wird (227 *B bl*, *J bl*).

Die Arme bestehen aus einer Reihe wirbelartiger, gelenkig verbundener, senkrecht gestellter Kalkscheiben (Wirbel — 226 *B*, *C*) und den 4, jeden Wirbel umschließenden Armschildern (226 *B r*, *s*, *b*). Die Zwischenräume der Wirbel werden von Muskelsubstanz ausgefüllt. In einem unteren Einschnitt (*B w*) des aus 2 zusammengewachsenen, symmetrischen Hälften bestehenden Wirbels verläuft ein Strang des radiären Nerven-, Blut- und Wassergefäßsystems bis zur Spitze des Armes. Die Armschilder gliedern sich in unpaare obere, den Arm deckende Rückenplatten (226 *B r*; 227 *H r*), unpaare untere, meist flache Bauchplatten (*B b*, *H b*) und paarige, stark gewölbte Seitenplatten (*B s*, *H s*). Die Seitenschilder tragen kürzere oder längere, anliegende oder abstehende Stacheln, (227 *G st*. *F st*). Zwischen den Bauch- und Seitenschildern tritt zu jeder Seite eines Bauchschildes ein Fuß des Wassergefäßsystems aus einer runden Pore (227 *B p*, *E p*) heraus. Die Poren sind oft von kleinen beweglichen Kalkschuppen (Fuß- oder Tentakelschuppen (226 *A s*; 227 *E fs*) verdeckt.

Die Arme setzen auf der Unterseite der Scheibe bis zum Munde fort. Die beiden innersten Wirbel sind mit den zugehörigen Seitenplatten zum Mundskelett umgewandelt. Die wichtigsten Teile desselben sind: Die ⋀-förmig von 2 benachbarten Armen her konvergierenden (10) Mundeckschilder (227 *C mc*) sind als die Wirbelhälften des zweiten Armwirbels (+ den Seitenschildern der ersten), die schräg gestellten (10) Mundseitenschilder (*m s*) als die Seitenschilder des zweiten und das kleine Bauchschild am Ende der Mundwinkel (*b*) als das Bauchschild des zweiten Armwirbels aufzufassen. Dazu gesellen sich noch 5 größere, zwischen den Armen gelegene (interradiale) Mundschilder (*m*) und verschiedene kleinere Stückchen. Eines der Mundschilder dient gewöhnlich als Madreporit, der im Gegensatz zu den Seesternen stets auf der Unterseite liegt.

Die Oberseite der Scheibe ist entweder nur von einer Haut, oder gleichzeitig von kleineren oder größeren Kalkplatten (228 *o*) bekleidet, welch letztere z. T. als die Fortsetzung der Rückenplatten der Arme anzusehen sind.

Die heutigen Schlangensterne bewohnen zumeist mäßige Tiefen, nur wenige steigen über 1000 und bis 2300 Faden hinab.

Die lebenden *Ophiuroidea* werden nach der Art der Beweglichkeit der Arme gewöhnlich in zwei Ordnungen eingeteilt:

A. Arme einfach, unverzweigt, nur seitlich beweglich, nicht nach unten einrollbar. Meist Hautschilder auf der Scheibe (227—228).
**1. Ordn. Ophiurae.**

B. Arme oft verzweigt, nach unten einrollbar; Scheibe und Arme ohne größere Hautschilder (229). **2. Ordn. Euryalae.**

Beide Ordnungen lassen sich durch das Mesozoikum hindurch bis in jungpaläozoische Ablagerungen zurück verfolgen. So kennt man z. B. von den *Ophiurae* in guter Erhaltung die lebende Gattung

**Ophiocten** Lym. (227) aus dem Jura und eine nahestehende Gattung **Geocoma** d'Orb (227 *J*) aus Jura und Kreide. Beide sind dadurch ausgezeichnet, daß die Scheibe nur mit sehr kleinen, fossil meist kaum unterscheidbaren Kalkplättchen getäfelt ist, während die im Muschelkalk nicht seltene Gattung

**Aspidura** Ag. (228) auf der Oberseite der Scheibe 1 zentrale, 5 radiale und 10 interradiale größere Platten trägt.

Vertreter der *Euryalae* kennt man schon aus dem Devon und Karbon, wie **Onychaster** M. & W. (229) mit runden, unverzweigten Armen, ohne Armplatten.

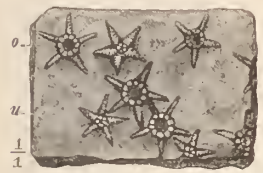



Fig. 228. *Aspidura scutellata* Blum. sp. Ob. Muschelkalk. Waschbach, Württemberg. *o* Ober-, *u* Unterseite.

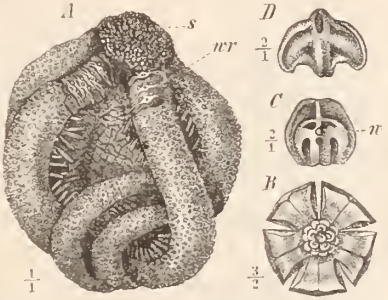



Fig. 229. *A—D Onychaster flexilis* M. & W. Unt. Karbon. Crawfordsville, Indiana. *A* ein Exemplar mit Scheibe (*s*) und nach unten zusammengeschlungenen Armen; an dem innern Ende zweier Arme ist die Haut entfernt, um die Wirbel (*wr*) zu zeigen. *B* Mundskelett von oben. *C* Wirbel von vorn gesehen; *w* Wirbelkanal.

Dagegen weichen einige lebende und viele fossile, namentlich altpaläozoische Vertreter von dem Typus in mehrfacher Beziehung ab. Es bestehen die Wirbel aus 2 nur unvollkommen verwachsenen oder ganz getrennten, aber gegenständigen Stücken, und die Bauchschilder fehlen, so daß eine offene Amb.-Rinne vorhanden ist, wie bei den Seesternen (*Protophiurae*). Bei andren, ausschließlich paläozoischen Formen, wie

**Bundenbachia** Strtz. und *Protaster* Forb. sind die Amb.-Platten nicht nur getrennt, sondern sie stehen auch, wie bei den *Encrinasteriae* (S. 162) abwechselnd und die Amb.-Furchen liegen ebenfalls frei (*Lysophiurae*).

## Geologische Verbreitung der Stelleroidea.

Die seit dem Silur bekannten *Stelleroidea* haben, soweit die vereinzelten Funde einen Schluß gestatten, bis zur Gegenwart keine erhebliche Veränderung erfahren. Es verdient aber bemerkt zu werden, daß bei vielen paläozoischen Formen sowohl vom *Asteriden-* wie *Ophiuren*-Habitus die Amb.-Platten

wechselständig waren und nicht korrespondierten. Ebenso deutet das vielfach beobachtete Fehlen der Bauchschilder bei paläozoischen (und gelegentlich auch bei jüngeren) *Ophiuroiden* darauf hin, daß die Amb. Rinnen ursprünglich wohl allgemein offen gelegen haben, d. h. nur von beweglichen Plättchen bedeckt waren.

## 5. Klasse: Crinoidea. Seelilien.

Die *Cr.* sind von den übrigen Klassen dadurch auffällig unterschieden, daß sie zeitlebens oder doch in früher Jugend mit einem Stiele festsitzen, und daß die auf dem Stiele sitzende Krone in eine ± kuglige Kapsel, den Kelch, und freie, meist reichlich verzweigte, bewegliche Anhänge, die Arme, gegliedert ist (230 *A*). In die Arme setzen nicht nur Verzweigungen des Wassergefäß-, Blut- und Nervensystems fort, sondern sie enthalten auch Ausstülpungen der Leibeshöhle, in deren Endigungen die Geschlechtsprodukte gebildet werden. Das Hautskelett besteht aus starr oder gelenkig miteinander verbundenen, größeren oder auch aus kleineren (oft in eine Lederhaut eingelagerten) Kalkplatten.

1. Der **Kelch** (*theca* — 230 *C*), sackförmig, kuglig oder knopfartig gestaltet, gliedert sich durch die von ihm abzweigenden Arme in 2 Teile:
   a) Die Dorsalkapsel (*k*), unten vom Stiel (oder die den Stiel vertretende Zentraltafel), oben von den Armansätzen (*br*) begrenzt, stets ein starres Kapselstück und
   b) die Kelchdecke (*d*), oberhalb der Armansätze (*br*), aus fest verbundenen oder aus beweglichen, oft kleinen Plättchen bestehend, die in einer Lederhaut eingebettet liegen, oder ganz häutig. In oder unter der Decke befinden sich fast ausnahmslos die Mund- und die Afteröffnung (230 *Ba*, *Cu*).

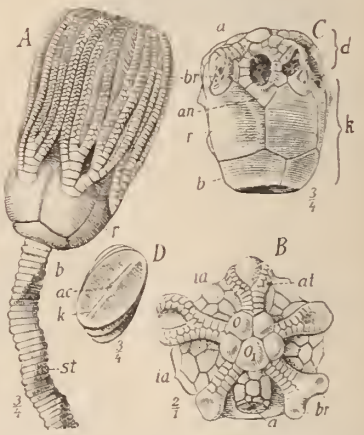



Fig. 230. *A* Ein *Crinoid (Platycrinus)* mit Stiel (*st*) und Krone (*b*, *r*, *br*). *B* Kelchdecke mit 5 getäfelten Ambulakren (*at*), den *IA* Platten (Interradial-Pl. — *ia*), dem After (*a*) und 5 Munddeckplatten (*o*), von denen die hintere ($o_1$) am größten. *C* Kelch von hinten, aus Dorsalkapsel (*k*) und Decke (*d*) bestehend, mit den Ansatzstellen der Arme (*br*), dem After (*a*), dem Radialkranz (*r*), dem Basalkranz (*b*) und der Analplatte (*an*). *D* Drei Stielglieder. *ac* Achsenkanal; *k* Gelenkkante.

[Da die Arme nach dem Tode des Tieres über dem Kelch zusammenschließen, ist bei fossilen *Cr.* zumeist die Decke nicht oder nur unvollständig sichtbar.]

A. **Dorsalkapsel** (230 $b+r$). Sie besteht regelmäßig aus einer größeren oder kleineren Zahl von Tafeln (Platten), die sich i. A. bei den geologisch jüngeren Formen strenger als bei den älteren symmetrisch nach den 5 Radien, durch die 5 Hauptwassergefäße (230 $Bat$) bezeichnet, zusammenfügen. Da diese in die Arme fortsetzen, so bezeichnen die Ansatzstellen der Arme zugleich die Lage der 5 Radien. Häufig setzen die Arme scharf vom Kelch ab und gelenken an 5 größeren, kranzartig gestellten Tafeln, die den oberen Abschluß der Dorsalkapsel bilden, den

**Radialia** (Radialtafeln — 231 $Ar$, $Br$). Unter dem Radialkranze folgen noch bis zum Stiel 1 oder 2 ebenfalls meist 5zählige, stets alternierend gestellte Tafelkränze, die Basis.

Ist nur ein Tafelkranz vorhanden (monozyklische Basis — 230 $b$), so heißen seine (interradial gestellten) Tafeln Basalia ($b$), finden sich 2 Kränze (dizyklische Basis) (231), so wird der obere (mit interradial gelegenen Tafeln) Basalkranz ($pb$, weil früher als Parabasalkranz bezeichnet), der untere (mit radial gestellten Tafeln) Infrabasalkranz ($ib$) genannt.

Abweichungen von diesem einfachen und regelmäßig 5strahligen Bau der Dorsalkapsel finden sich bei geologisch älteren Vertretern häufig, bei jüngeren selten; im wesentlichen folgende:

a) In dem durch die Lage des Afters bestimmten (hinteren) Interradius schieben sich zwischen die Radialia eine oder mehrere Tafeln ein, wodurch dieser Interradius als Analinterradius gekennzeichnet und die zweiseitige Symmetrie zum Ausdruck gebracht wird (230 $Can$, 235 $Ba_1$). Diese überzähligen Tafeln heißen allgemein Analtafeln, die von einer Radialtafel abgegliederte Platte Radianaltafel.

b) Bei zahlreichen paläozoischen und manchen jüngeren *Crin.* finden sich über den 2 oder 3 normalen Tafelkränzen noch eine wechselnde Zahl ebenfalls kranzartig angeordneter Tafeln und in Verbindung damit treten mehr als 5 Arme (2 × 5, 4 × 5 usw.) auf, die dann nicht vom Rad., sondern von höheren Kelchtafeln entspringen (232 $A$, $B$, $D$). Soweit diese sich unmittelbar an die Rad. ($Dr_1$) anschließen (und auch radial gelegen sind), bezeichnet man sie als zweites, drittes usw. Radialglied ($Dr_2, r_3$) (oder auch als *Costalia*), soweit sie als Gabelungen des letzten (axillaren) Rad. ($r_3$) erscheinen, als *Distichalia* (Dicostalia) ($d_1$ $d_2$). Die zwischen 2 abwärts vereinigten Distichalreihen sich einschiebenden Platten heißen Interdistichalia ($id$) (Intercostalia) usw. Die Tafeln, welche in entsprechender Weise die Interradialräume ausfüllen, werden Interradialia ($Dir$) genannt. Die Analplatten ($Da_1 — a_5$) bleiben von ihnen immer wohl unterschieden.

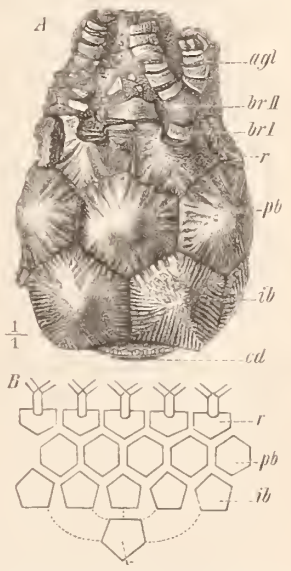



Fig. 231. Ein *Crinoiden*-Kelch mit dizyklischer Basis (*Marsupites* — Ob. Kreide). *A* Kelch mit dem unteren Teile der Arme. *B* Schema der Kelchplatten. *cd* Centrale, den Stiel vertretend; *ib* Infrabasalia; *pb* Basalia; *r* Radialia mit den Ausschnitten für die ersten Armglieder (*br I*); *br II* zweite, *agl* höhere Armglieder.

Das Auftreten solcher fest (oder bei jüngeren Formen auch gelenkig) verbundenen Tafeln in der Dorsalkapsel über den I. Radialplatten, die ähnlich wie die Armplatten eine gabelige Anordnung zeigen, wird einerseits dahin gedeutet, daß die unteren Teile der Arme in den Kelch mit einbezogen sind (daher auch die Bezeichnung *Brachialia* dafür); oder man erblickt darin wohl richtiger ursprüngliche Kelchtafeln, die durch den Zug ± zahlreicher Arme in eine entsprechende Lage gebracht worden sind. Denn als naturgemäße und unzweideutige Grenzen zwischen Kelch und Armen kann nur die Stelle aufgefaßt werden, wo sich die Zweige des Wassergefäßsystems von der Kapsel sondern. Die

B) **Kelchdecke** spannt sich zwischen den Armen als eine lederartige (233), oft mit Kalkplatten getäfelte Haut (234, 235) oder auch als starres Plattengewölbe (230 *BC*; 232 *AB*) aus. Ihre verschiedenartige Ausbildung wird nur durch folgende Annahme verständlich. Ursprünglich war eine ringsum getäfelte Kelchkapsel vorhanden, über welche sich von der Mundöffnung ausgehend die Radialgefäße bis zu ihrer Abzweigung in die Arme ausbreiteten. Die Ambulakren bedeckten sich, wie bei primitiven Echinodermen allgemein (vergl. *Cystideen* S. 189) mit alternierenden Längsreihen von größeren (seitlichen) Saumplättchen und kleineren (oberen) Deckplättchen (263 *D*). Diese waren einer doppelten Umbildung fähig:

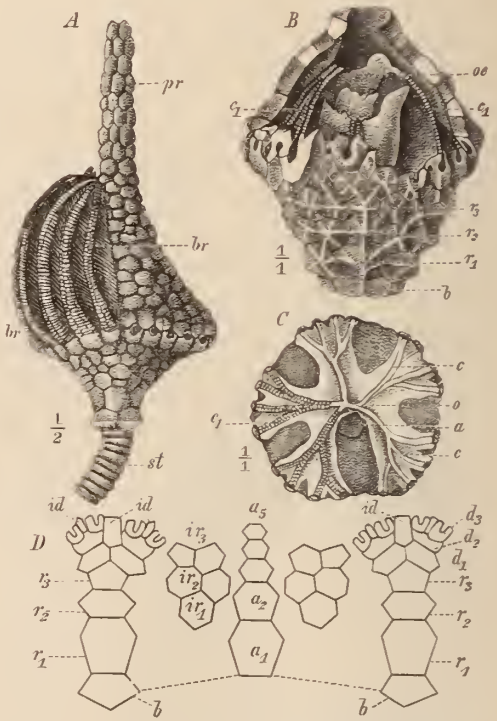



Fig. 232. Beispiel eines *Crinoiden* mit fester Kelchdecke und überzähligen Tafelkränzen. *A Batocrinus (Lobocrinus) pyriformis* Shum. Unterkarbon. Jowa. Auf der rechten Hälfte sind die Arme (*br*) fortgelassen, um die lang ausgezogene Kelchdecke (proboscis — *pr*) zu zeigen; *st* Stiel. *B—D Actinocrinus (Cactocrinus) proboscidialis* Hll. Ebendaher. *B* Kelch mit aufgebrochener Decke, unter der die getäfelten Ambulakralröhren ($c_1$) und der Darm sichtbar sind (*oe*). *C* Ansicht des innern Abdrucks der Decke von oben; o Mund; *c* die vom Munde nach den Armen ausstrahlenden Ambulakralröhren; $c_1$ dieselben mit erhaltener Täfelung; *a* After. *D* Schema des hintern Teiles der Dorsalkapsel; *b* Basalia, über denselben die Radialia $r_1$, $r_2$, $r_3$, die Distichalia ($d_1$, $d_2$, $d_3$) und die Interdistichalia (*ir*). Zwischen den beiden Radien liegen die Interradialia (*ir*) und die mittlere Reihe der Analplatten ($a_1$—$a_5$).

a) Die Deck- und Saumplättchen bleiben beweglich oder verschwinden ganz (oder sind doch im fossilen Zustande nicht erhalten), so daß die Ambulakren (oft scheinbar) offen auf oder in der ursprünglichen Kelchdecke

verlaufen (235, 238 *A, B*). Dieses Verhalten findet sich bei allen jüngeren und bei manchen älteren Formen. Dabei können die Tafeln der ursprünglichen Kelchdecke in jedem Interradius ganz oder teilweise zu einer größeren 3eckigen Oralplatte verschmelzen (235 *A* $o_1$), oder sie verkümmern, so daß nur eine Lederhaut (233), oft mit kleinen Plättchen versehen (234), übrig bleibt.

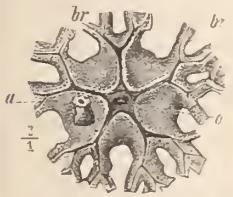



Fig. 233. Kelchdecke von *Antedon* (Recent). *o* zentrale Mundöffnung, von welcher die offenen Ambulakralfurchen nach den Armen (*br*) ausstrahlen. Der After (*a*) liegt exzentrisch im hinteren Interradius.

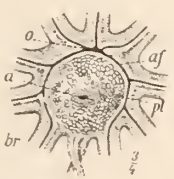



Fig. 234. Kelchdecke von *Actinometra solaris* Lk. Lebend. Australien. *o* der exzentrische Mund; *af* offene Amb.-Furchen; *a* After, fast zentral; *br* Arme; *pl* Kalkplättchen der Kelchdecke.

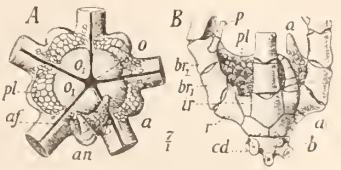



Fig. 235. *Thaumatocrinus renovatus* Carp. Lebend. Pacifischer Oz. (ca. 4000 m). *A* Kelchdecke mit den Armansätzen von oben; *B* Kelch von der Seite. *o* Mund; *af* Amb.-Furchen; $o_1$ Oralplatten; *pl* kleine Platten der Kelchdecke (*suboralia*); *a* Afterröhre; *cd* Centrodorsale mit Rankennarben; *b* Basalia; *r* Radialia; *ir* Interradialia; *an* Analplatten; $a_1$ erste Analplatte; $br_1$, $br_2$ Armplatten; *p* Fiederchen.

b) Die Deck- und Saumplättchen (*A*) versteifen und vergrößern sich oder verschmelzen teilweise miteinander und bilden ein festes Dach über dem Mund und den Ambulakren (230 *B, C*): dieses kann sich bei vielarmigen Kelchen über die ganze Oberseite (232 *A, B*) oder einen ± großen Teil derselben ausdehnen (Munddecke). Dabei entstehen über dem Munde gewöhnlich 5 (zuweilen auch mehr) größere, interradial gelegene Munddeckplatten (230 *Bo*, $o_1$), die auch noch eine größere zentrale einschließen können. So kommen Mund und Ambulakren ganz (232 *B*) oder z. T. unter eine feste Decke (subtegminal) zu liegen, die analog der Kelchkapsel gebaut ist und sich in einen ± hohen Kegel verlängern kann (232). Es kann auch der Fall eintreten, daß die Ambulakren sich ganz von dieser Decke ablösen und unter ihr in geschlossenen, getäfelten Röhren verlaufen (232 *B*). Die Munddecke bleibt zuweilen als ein gesondertes Gebilde über der Kelchkapsel erkennbar (230 *B*, 252 *D, E*), später scheint aber aus beiden Decken stets eine einheitliche Kelchdecke entstanden zu sein, indem eine der beiden Decken oder Teile derselben verschwanden. Wurde dann bei jüngeren Formen die Decke beweglich, so traten die Ambulakren mit oder ohne Belag von Deckplättchen wieder an die Oberfläche und es resultierte die bewegliche Kelchdecke mit offenen Rinnen, wie sie fast allen jüngeren Formen zukommt. Ob die 5 Oralplatten aus der ursprünglichen Kelchdecke, oder aus der Munddecke allein oder aus beiden vereinigt entstanden sind, muß in jedem einzelnen Falle besonders festgestellt werden.

Der After mündet nur bei einigen primitiven Formen in der Dorsalkapsel, sonst stets auf der Oberseite im hinteren Interradius, zuweilen fast zentral. Er stellt entweder eine einfache, oft von wenigen Täfelchen verschlossene Öffnung dar (241 *Ba*), oder er befindet sich an der Spitze (oder auch am Grunde)

einer rüsselförmigen Erhebung des hinteren Interradius (252 *B*) oder der ganzen Kelchdecke der Afterröhre (*proboscis*), die in Bezug auf Tafelbedeckung ähnlichen Schwankungen unterworfen ist wie die Kelchdecke.

Poren zum Eintritt des Wassers in die Kelchhöhlung befinden sich bei älteren Formen häufig am Grunde der Arme, sonst in den interradialen Tafeln der Kelchdecke; zuweilen ist die hintere Oraltafel als Madreporit ausgebildet.

Die **Arme** (*Brachia*) beginnen dort, wo die Stämme des Wassergefäßsystems usw. aus dem Kelch austreten. Es sind ± bewegliche, gegliederte, einfache oder mannigfach verzweigte Anhänge.

Sie bestehen aus einer

einfachen Aufeinanderfolge von Kalkstücken oder Armgliedern (*Brachialia*) — einzeilige Arme — oder aus

2 Reihen abwechselnd gestellter Glieder — zweizeilige Arme.

Die Arme sind am Kelch und häufig die einzelnen Glieder unter sich durch Gelenke verbunden, was durch die Ausbildung einer Gelenkfläche mit querer Kante und durch das Vorhandensein eines Achsenkanals angezeigt wird. Unbeweglich werden die Glieder entweder durch eine glatte Naht (Sutur) oder durch Syzigialnaht verbunden; in letztem Falle finden sich auf den anstoßenden Flächen Streifen und Gruben.

Auf der ausgehöhlten Innen- oder Ventralseite der Arme verläuft die Fortsetzung der vom Munde ausgehenden Tentakelrinnen und der darunter liegenden Verzweigungen des Wassergefäßsystems usw. Schwellbare Tentakeln stehen zu beiden Seiten der Furche. Sie wird seitlich von je einer Reihe Saumplatten eingefaßt und kann von den kleinen beweglichen, abwechselnd stehenden Deckplättchen geschlossen werden.

Die Arme verzweigen sich in größere Äste und kleinere Zweige; die letzten sehr kleinen, abwechselnd an den Armgliedern stehenden Verzweigungen, in denen die Geschlechtsprodukte gebildet werden, heißen Fiedern (*pinnulae*) (236 *Ap*).

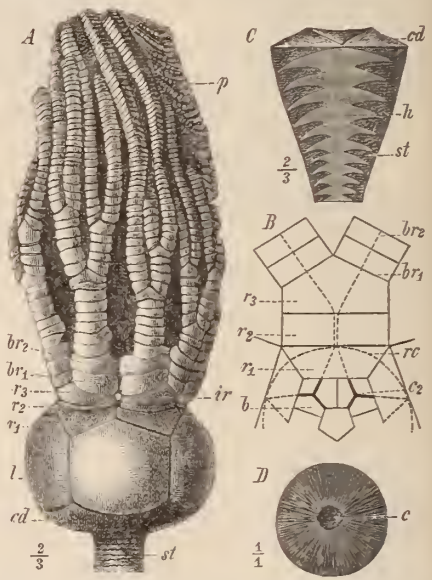



Fig. 236. *Apiocrinus*. *A A. magnificus* d'Orb. Ob. Malm. La Rochelle, Charente infér. Statt *l* (links) lies *b*. *st* oberes Stielende; *cd* letztes Stielglied (Centrale); *b* Basalia; $r_1$ I., $r_2$ II., $r_3$ III. Radialia; an letzteren gelenken die Arme ($br_1$, $br_2$ usw.); *ir* Interradiale; *p* Fiederchen. *B, C A. Parkinsoni* Schl. Ob. Dogger. Normandie. *B* Verlauf der Kanäle in den Tafeln der Dorsalkapsel; $c_2$ offene Kanäle der B.; die punktierten Linien geben den Verlauf der verdeckten Kanäle an; *rc* Ringkanal. *C* Längsschnitt durch das obere verdickte Stielende; *cd* Centrale; *h* erweiterter Kanal. *D* ein Stielglied von *A. polycyphus* Mer. mit weitem, rundem Zentralkanal (*c*).

Der **Stiel** (Säule). Der ursprünglich allgemein vorhandene Stiel ist eine Aufeinanderfolge runder (236 *C, D*) oder eckiger, fest oder beweglich miteinander verbundener Kalkstücke (Glieder) von gleicher oder verschiedener (254 *A st*) Größe. Nach unten setzt er in eine verzweigte oder oft verdickte Wurzel oder in eine Haftscheibe fort. Meist schalten sich die neuen Glieder am oberen Stielende ein. Bei jüngeren Formen erscheinen häufig einzelne oder wirtelige Zweige (Ranken [*cirri*] — 255 *Ar*) vom Bau des Stieles selbst, deren Vorhandensein an den Abgliederungsstellen erkannt werden kann (255 *C a*). Die Glieder des Stiels und der Ranken sind in gleicher Weise wie die Armglieder fest oder gelenkig verbunden.

Stiel und Ranken werden von einem engen oder weiteren Zentral- oder Achsenkanal (236 *D c* durchzogen, der in den Kelch eintritt. Er enthält Zweige des sensomotorischen Nervensystems, das auf der Innenseite der Kelchtafeln [bei jüngeren Formen z. T. auch in den Kelchtafeln 236 *B*] verläuft und in den Achsenkanal der Armglieder fortsetzt.

Der Verlauf der axialen Kanäle in der Dorsalkapsel ist wichtig für die Unterscheidung anscheinend monozyklischer aber ursprünglich dizyklischer Formen von echt monozyklischen. Die zwei von den Armen kommenden Kanäle werden in den Radialplatten durch einen Ringkanal (236 *B rc*) verbunden und treten dann divergierend je in eine Basaltafel (*b*) ein, in deren Mitte zwei von benachbarten Armen kommende zusammenlaufen ($c_2$); bei monozyklischen Formen (237 *C*) liegt ihre Vereinigungsstelle mit dem sog. gekammerten Organ (*go*) interradial; bei dizyklischen (*A*) und anscheinend monozyklischen (*B*) Formen vereinigen sie sich dagegen kreuzweise noch einmal unterhalb und zwar in radialer Richtung mit dem genannten Organ.

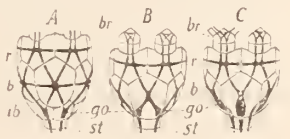



Fig. 237. Verlauf der axialen Nervenstränge in dizyklischen (*A*), kryptodizyklischen (*B*) und monozyklischen (*C*) Kelchen. *st* Stiel; *ib* IB.; *b* B.; *r* R.: *br* Arme; *go* Lappen des gekammerten Organs.

Wenn sich das Tier von seiner Unterlage löst, wird der Stiel umgebildet; sein oberster Teil verschmilzt schließlich mit dem Kelche zu einer knopfartigen Masse (Centrodorsale), die Ranken tragen kann wie der Stiel (235 *B cd*). Wenn es zweifelhaft bleibt, ob die unterste einfache Platte eines Kelches aus dem Stiel oder aus verschmolzenen Kelchtafeln oder aus beiden entstanden ist, nennt man sie Zentrale (245 *Bc*). In seltenen Fällen verkürzt sich auch der Stiel, und der Kelch wächst direkt auf der Unterlage fest.

---

Die bestehenden **Klassifikationen** der *Cr.* befriedigen noch wenig, was teils durch unsre fast vollständige Unkenntnis von den permischen und triadischen Vertretern, teils durch die Mannigfaltigkeit und Flüssigkeit in der Skelettbildung der paläozoischen Formen bedingt wird. Man hat als hauptsächliche Unterscheidungsmerkmale das Vorhandensein oder Fehlen des Stiels, die feste oder gelenkige Verbindung der Radialia, bezw. der Arme, ferner die Beschaffenheit der Kelchdecke und ihr Verhältnis zu den Amb. Furchen, die Zahl und Verzweigung der Arme, die Zusammensetzung der

Kelchdecke, den zweiseitig symmetrischen oder radial strahligen Aufbau u. a. m. benutzt. Fast alle diese Merkmale haben sich aber im Laufe der Zeit in verschiedenen Reihen verändert und bezeichnen mehr eine bestimmte Organisationshöhe der einzelnen Stämme als diese selbst. Am konstantesten erweist sich die einfachere oder kompliziertere Zusammensetzung der Dorsalkapsel, i. B. die Zahl der Tafelkränze, aus denen sie besteht, sowie die Zahl und die Art der Abgliederung der Arme vom Kelche.

Beim Zugrundelegen dieser Merkmale ist nur zu berücksichtigen, daß im Laufe der Zeit vielfach nicht nur eine Verschmelzung von Tafeln desselben Kranzes, sondern eine ± vollständige Reduktion eines ganzen Kranzes, bes. des Infrabasalkranzes eingetreten ist, daß früher vorhandene Analtafeln ausgemerzt sind, und daß die ursprünglich gabelige Verzweigung der Arme unter Ausbildung von Fiederchen einer mehr fiederartigen Verzweigung Platz gemacht hat. Es sind auch die überzähligen Radial- und Distichal-Tafeln der Dorsalkapsel artikulierend und dadurch scheinbar zu Armgliedern geworden, die interradialen Platten sind von ihnen absorbiert oder durch eine lederartige Haut ersetzt worden. Benutzt man, wie es hier nach dem Vorgange Bather's geschehen ist, die monozyklische und dizyklische Zusammensetzung der Basis als hauptsächlichstes Trennungsmerkmal, so ergibt sich nur die Schwierigkeit, daß sehr viele jüngere Formen anscheinend monozyklisch sind, während sie sich z. gr. T. aus dizyklischen durch Ausschaltung der *JB.* herleiten. Es empfiehlt sich daher, letztere als eine dritte Gruppe, *Cryptocyclica* abzutrennen, obgleich ihre Vertreter wahrscheinlich die Nachkommen verschiedener älterer dizyklischer und wohl auch monozyklischer Familien sind.

## I. Monocyclica.

Dorsalkapsel mit nur einem Basalkranz (*B*). Diese vorwiegend aus paläozoischen Formationen nachgewiesene Gruppe zerfällt nach der Beschaffenheit des Kelches in 3 große Abteilungen:

Kelchdecke meist mit 5 einfachen Oralplatten. Kelch ohne überzählige Kränze und ohne Analtafeln. Arme an den Rad. frei artikulierend (238—240). **1. Fam. Hyocrinacea.**

Kelchdecke starr, aus ± zahlreichen Tafeln bestehend, Mund und Amb. verhüllend. Radialkranz ohne *JR*, nur zuweilen mit einer Analtafel. Einige kleine überzählige *R*, die den Armgliedern gleichen, vorhanden (241—242). **2. Fam. Platycrinacea.**

Kelchdecke starr, aus zahlreichen Tafeln bestehend, Mund und Amb. verdeckend, oft rüsselförmig ausgezogen, Dorsalkapsel mit ± zahlreichen, überzähligen radialen und interrad. Tafelkränzen (243—246). **3. Fam. Actinocrinacea.**

**1. Hyocrinacea.** Unter diesen heben sich 3 Gruppen ab:

a) Arme ungeteilt, schmal ansitzend. Radialkranz meist ± unregelmäßig gestaltet. Ausschließlich paläozoische, meist kleine Formen.

**Haplocrinus** Stein. (238) ist ein typisches Beispiel der einfachen Formen. Kelch besteht aus 5 *B* (*b*), 5 *R*, von denen 3 der Quere nach zweiteilig

(1, 2, 3), und 5 großen Oralplatten (*o r*), deren hintere größere (*o'*) den After (*a*) enthält. 5 einfache, kurze Arme (*B br*) können sich in die Furchen zwischen den Oralien zusammenlegen. M. Devon. Europa, N. Amerika.

Stärkere Abweichungen vom normalen Kelchbau kommen dadurch zu stande, daß einige Kelchtafeln sich auf Kosten der andern vergrößern und so der *R* Kranz die 5 Strahligkeit ganz verliert, so bei

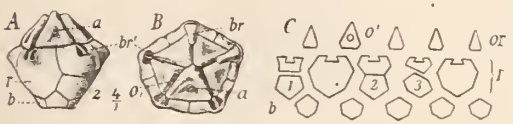



Fig. 238. *Haplocrinus mespiliformis* Gf. M. Devon. Eifel. *A* Kelch von der Hinterseite, *B* von oben, *C* im Aufbau. *b* Basalia; *r* Radialia; *1, 2, 3* deren abgegliederte Stücke; *or* Oraltafeln; $o_1$ hintere Oraltafel mit After (*a*); *br* Arme; *br'* Armansätze.

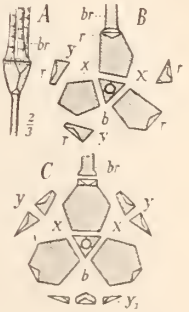



Fig. 239. *Triacrinus elongatus* Follm. Unt. Devon. Gemünden, Hundsrück. *A* Krone mit Stiel von der Seite. *B* Kelch im Aufbau. *C Calycanthocrinus decadactylus* Follm. Ebendaher. Kelch im Aufbau.
*b* Basalkranz, 3gliedrig; *x* größere, *y*, $y_1$ kleinere Teilstücke der Radialia; *r* Gelenkfassetten für die Arme (*br*).

b) Arme gleich oder ungleich geteilt, meist schwach entwickelt, breit ansitzend. Kelch häufig unregelmäßig gebaut. Analröhre oft vorhanden. Ausschließlich paläozoisch.

**Triacrinus** Mnstr. (239 *A, B* und Verwandten (*Calycanthocrinus* — *C*). Hier besteht der Basalkranz aus 3 Stücken oder verschmilzt ganz; 3 große *R* Platten (*x*) sind viel größer als die übrigen (*y*). Die Arme sind lang und dünn und können sich auf 10 oder mehr vermehren, zuweilen in ungesetzmäßiger Zahl. Vom Silur — Karbon bekannt.

Hierher gehören mit die ältesten bekannten *Crin.* (Kambrium), deren *R* Tafeln häufig quergeteilt, wie

**Heterocrinus** Hll. (Unt. Silur). Eine extrem unsymmetrische Ausgestaltung zeigen die

**Calceocrinidae** (Silur — Karbon), bei denen der Kelch auf gebogenem Stiele zur Seite geneigt ist, die Kelchtafeln sehr ungleich und artikulierend, die Arme ebenfalls sehr ungleich geworden sind.

c) Arme mit abwechselnden Seitenästen, viel schmäler als die Radialtafeln. Körper sehr zierlich gebaut. Silur — Gegenwart. (*Costata* Jaek.)

Eine kleine, aber gut charakterisierte Gruppe, als deren gestielter lebender Vertreter *Hyocrinus* W. Th. übrig geblieben ist. Aus dem Jura liegt ein stielloser Vertreter mit eigenartigen Merkmalen

**Saccocoma** Ag. (240), vor. Kelch aus 5 großen, gewölbten bestehend. Arme dünn zweiteilig, die Äste (*as*) distal mit abwechselnd gestellten Seitenzweigen versehen. Die Armglieder tragen paarige flügelartige Anhänge, die am unteren Teil der Arme breit gerundet (*Bf*), oben dagegen versehmälert sind (*Cf'*). Das ganze Skelett besteht aus einem grobmaschigen Gitterwerk. Diese in den Plattenkalken des Ob. Malm von Franken häufige Form war wahrscheinlich freischwimmend, wofür der ungemein zarte Bau und die flossenartigen Anhänge sprechen. Die Krone ist klein und zierlich. Der kuglige *R* (*r*) und einer minimalen Zentralplatte be-

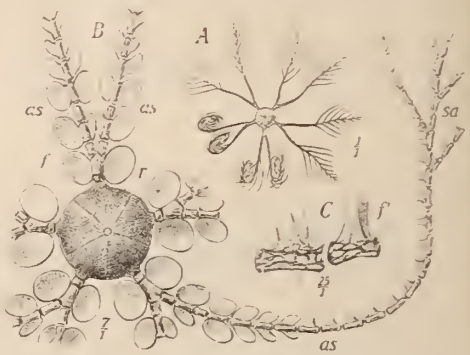



Fig. 240. *Saccocoma*. Ob. Malm. Solnhofen. *A* Ansicht von unten mit 2 eingerollten Armen. *B* dieselbe vergrößert. *C* 2 Armglieder. *r* Radialia; *as* Armäste; *sa* Armzweige; *f* flügelartige Fortsätze der unteren, *f'* der oberen Armglieder.

**2. Platycrinacea.** Die mäßig große Basis besteht aus 3—4 Stücken. Zwischen die großen und breiten *R* und die schmalen Arme sind ein oder einige überzählige, kleine, ± verdrückte Radialplatten eingeschoben. die den

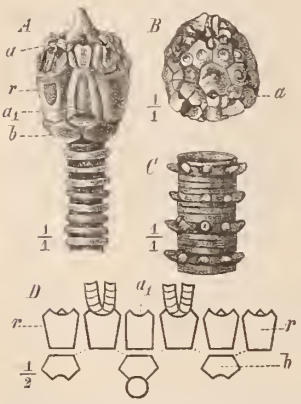



Fig. 241. *Hexacrinus*. M. Devon. Eifel. *A, B H. exsculptus* Gf. sp. *A* Kelch mit Stiel. *B* Ansicht der Kelchdecke. *C H. spinosus* Müll. Ein Stielstück. *D* zerlegte Dorsalkapsel. *a* After; *b* Basalia; $a_1$ Analtafel; *r* Radialia.

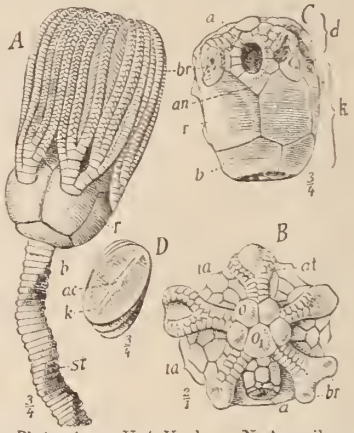



Fig. 242. *Platycrinus*. Unt. Karbon. N. Amerika. *A P. symmetricus* W. sp. Stiel mit Krone. *B* Kelchdecke desselben *C P. pileiformis* Hll. Kelch von hinten. *D* 3 Stielglieder von oben, mit Gelenkfläche.
*st* Stiel; *b* Basalia; *r* Radialia; *br* Arme; *a* After; *ia* IR Tafeln der Kelchdecke; *o* Munddeckplatten, $o_1$ die hintere größere; *at* Ambulakraltafeln; *an* Analtafel; *ac* Achsenkanal; *k* Gelenkkamm.

Armgliedern gleichen und z. T. in den tiefen Gelenkflächen der *R* stecken. Arme bei den älteren einzeilig, später zweizeilig. Hierher 2 Familien aus Devon und Karbon.

**Hexacrinus** Aust. (241) u. Verw. besitzen eine große Analplatte ($a_1$) im Radialkranz, die nur wenig schmäler ist als die *R* (*r*). Kelchdecke flach gewölbt, aus wenig zahlreichen, oft höckrigen Platten bestehend. After (*a*) nicht röhrig ausgezogen. Arme gegabelt, mit Fiedern, 1 zeilig. Stiel rund; seine Glieder ungleich (*C*). Häufig im M. Devon d. Eifel. Bei der verwandten Gattung *Arthracantha* Will. (Karbon) sind 2 zeilige Arme vorhanden und die Kelchplatten mit beweglichen Stacheln besetzt, während sie sich bei *Hex.* meist nur durch stark ausgeprägte Skulptur auszeichnen.

**Platycrinus** Mill. (242) unterscheidet sich von *Hex.* wesentlich durch das Fehlen der Analtafel im *R* Kranz, deren Ausfall noch durch eine oben zwischen die *R* eingekeilte Tafel (*C an*) etwas angedeutet wird. Die Arme sind 2 — 3 mal verzweigt, unten 1 zeilig, werden aber bald 2 zeilig. Auf der ± gewölbten Kelchdecke heben sich die abwechselnd gestellten Amb.-Platten meist deutlich ab (*B at*). After (*a*) ± röhrig ausgezogen. Stiel nur oben aus runden, sonst aus elliptischen Gliedern mit Gelenkflächen bestehend, stark gedreht, mit feinem Kanal. Beginnt im Devon, ist im Karbon von N. Amerika und Europa in zahlreichen Arten verbreitet.

**3. Actinocrinacea.** Die Dorsalkapsel enthält außer der Basis und den *R* stets noch eine Anzahl radialer und interradialer, auch distichaler und interdistichaler Tafeln, die ebenso wie die Tafeln der Kelchdecke fest verbunden und zu einer starren Kapsel vereinigt sind (hierher der größte Teil der sog. *Camerata*). Mund und die verzweigten Amb. verdeckt. Arme meist zahlreich, 10 oder +, zweizeilig, mit Fiederchen.

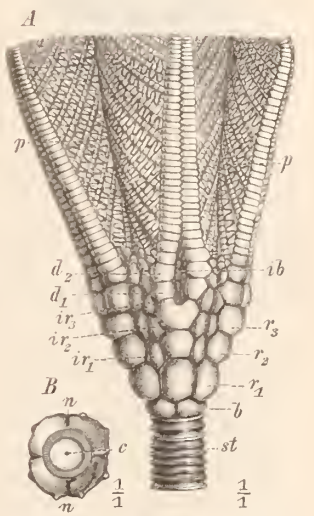



Fig. 243. *A Melocrinus typus* Bronn. U. Devon. Coblenz. *st* Stiel; *b* Basis; $r_1$—$r_3$ Radialia; *ir* Interradialia; *d* Distichalia; *ib* Interdistichalraum, mit Platten erfüllt; *p* pinnulae. *B* Basis von *M. gibbosus* Gf. von unten. M. Devon. Eifel. *c* Zentralkanal; *n* Nähte der Basalia. $\frac{1}{1}$

Diese Gruppe ist im Paläozoikum in sehr zahlreichen und mannigfaltigen, durchgängig gestielten Formen vertreten; aus jüngeren Schichten kennt man bisher nur eine ungestielte Gattung, die hierher zu stellen sein dürfte.

a) Keine Analtafel im I. Radialkranze. **Melocrinoidea.**

Von den zahlreichen, ausschließlich silurischen und devonischen Gattungen mögen erwähnt sein

**Melocrinus** Gf. (243). Kelch fast regelmäßig 5strahlig gebaut, da der Anal-Interradius nur wenig von den übrigen verschieden. *B* 4. Über den 3. *R* ($r_1$ — $r_3$) folgen mehrere Dist. ($d_1$, $d_2$), die in die 10 Arme fortsetzen. Diese tragen nur auf einer Seite Zweige und Fiedern, und je 2 zu einem Radius gehörige sind seitlich verwachsen, besitzen auch nur eine gemeinsame Armfurche. Kelchdecke wenig hoch, aus zahlreichen Tafeln bestehend. After zuweilen röhrig ausgezogen. Der Stiel ist lang, manchmal

rund und oval; der Gesteinsausguß des Zentralkanals und seiner seitlichen Ausbreitungen zwischen den Gliedern als »Schraubenstein« im Spiriferensandstein des U. Devon häufig. Devon, Europa und N. Amerika. Verwandte Formen im Silur.

**Eucalyptocrinus** Gf. (244) ist der Typus einer reichlich im Silur, aber auch im Devon vertretenen Gruppe, die durch einige besondere Merkmale auffällt. Die *B* und die untersten *R* sind kegelförmig in den Kelch eingestülpt (*Bb, r*), und der obere Teil des Stiels dadurch verdeckt. Die Kelchdecke besitzt die Form eines Flaschenhalses (weißer Raum in *B*), ist so hoch oder höher wie die Arme und wird oben von 4 (5), den After (*Ca*)

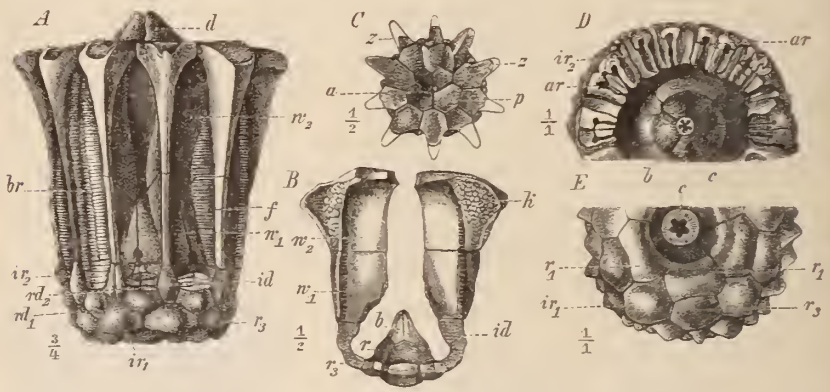



Fig. 244. *A—E Eucalyptocrinus rosaceus* Gf. M. Devon. Eifel. *A* Kelch von der Seite; aus den vorderen Nischen sind die Arme entfernt. *B* Durchschnitt des Kelchs, die eingezogene Basis (*b*) und die Flügelplatten der Decke ($w_1$, $w_2$) zeigend. *C* Kelch von oben. *D* Dorsalkapsel von oben, *E* von unten.

*a* After; *ar* Austrittsstellen der Ambulakren in die Arme; *b* Basalia; *br* Arme; *c* Zentralkanal; *d* und *p* Endplatten der Kelchdecke; *f* Eindrücke der Arme an den flügelartigen Nischenwänden; *id* Interdistichalia; *ir* Interradialia; *r* Radialia; *rd* Distichalia; $w_1$, $w_2$ die 2 Stücke, aus denen die Platten der Nischenwände (*z*) bestehen.

einschließenden Endplatten (*Ad, Cp*) abgedeckt. Die Tafeln der Kelchdecke sind zu 10 interradial gestellten, flügelartigen Platten ausgewachsen (*Cz, B* $w_1 + w_2$). Diese bestehen aus je 2 Stücken ($w_1$ und $w_2$); 5 davon ruhen auf den verlängerten, einfachen Interdistichalia (*A id*), die andern 5 auf ebenfalls verlängerten, aber der Länge nach geteilten Platten des 2. *JR* Kranzes. Die 20 (2zeiligen) Arme (*br*) liegen in den von diesen Platten eingeschlossenen Nischen. Stiel mit weitem, 5lappigem Zentralkanal (*Ec*).

An die *Melocrinidae* schließt sich am besten die isolierte Gattung

**Uintacrinus** Grinn. (245) an, eine stiellose Form, aus dem Senon von Westfalen, England und Kansas. Der Aufbau des umfangreichen Kelches erinnnert durch die zahlreichen überzähligen Tafelkränze lebhaft an die *Meloc.* Die 5 *B* umschließen eine kleine Zentralplatte. 3 *R*- und zahlreiche Dist.-Kränze (1—8) vorhanden, die in die 10 sehr langen Arme (*br*) fortsetzen. Die unteren Fiedern (*p*) sind mit in den Kelch eingefügt. Von den *Mel.* bes. durch die Biegsamkeit des dünnen Kelches, der Decke und die Beweglichkeit

der Arme sowie durch den Dorsalkanal der Arme unterschieden, der den älteren Vertretern fehlt.

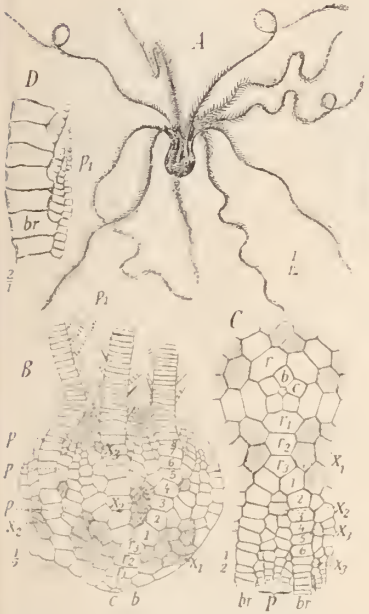



Fig. 245. *Uintacrinus socialis* Grin. Ob. Kreide. Kansas. N. Amerika. *A* Restauration des Tieres. *B* Kelch von der Seite, *C* von unten. *D* Ein Arm mit Pinnulae.
*c* Centrale; *1—8* Distichalia, in die Armglieder (*br*) fortsetzend; $p_1$ freie, *p* in den Kelch eingefügte Pinnulae; $x_1$, $x_2$, $x_3$ Bindeplatten (*IR*, *ID* usw.) zwischen den Radien, Armen und Pinnulae.

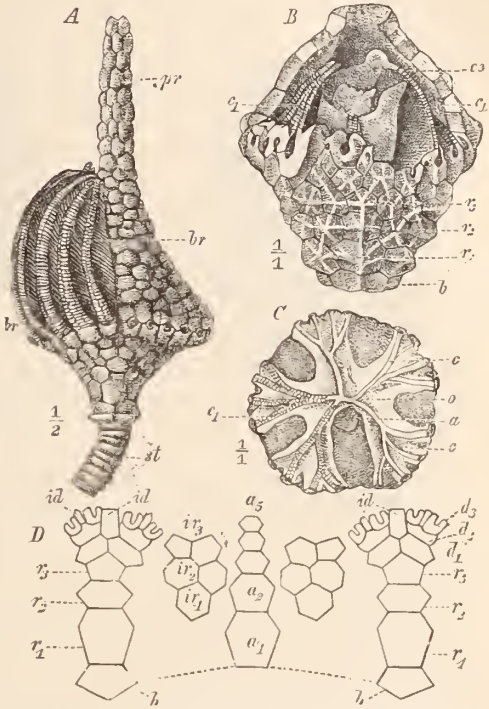



Fig. 246. *A Batocrinus pyriformis* Shum. Unterkarbon. Burlington, Jowa. Die Hälfte der Arme (*br*) entfernt; zeigt die Dorsalkapsel und die in eine lange Proboscis (*pr*) ausgezogene Kelchdecke; *st* Stiel. *B*, *C Actinocrinus proboscidalis* Hall. Unterkarbon. Burlington, Jowa. *B* mit aufgebrochener Kelchdecke. *C* Innerer Abdruck der Kelchdecke. *D* die Platten des hinteren Teiles der Dorsalkapsel von *Actinocrinus*; *b* Basalia; $r_1$, $r_2$, $r_3$ I., II., III. Radialia; $d_1$—$d_3$ Distichalia; *id* Interbrachialia; $a_1$—$a_5$ Analtafeln; *ir* Interradialia.
*a* After; $a_1$—$a_5$ Analtafeln; *b* Basalia; *c* die verzweigten unter der Kelchdecke befindlichen Ambulakren, von Plättchen ($c_1$) bedeckt; $d_1$, $d_2$ Distichalplatten I., $d_3$ solche II. Ordnung; *id* Interdistichalia; *ir* Interradialia; o Mund; *oe* Wand des zusammengerollten Darmes; $r_1$—$r_3$ Radialia.

### b) 1 Analtafel im Radialkranze, 6 seitig — Actinocrinoidea, oder 7 seitig — Batocrinoidea.

Die zahlreichen hierher gehörigen Familien des Paläozoikums enthalten die Hauptmasse der sog. *Camerata* mit starrer, meist hoher, in eine Afterröhre ausgezogener Kelchdecke. Die *IR* der Dorsalkapsel gehen oft ohne scharfe Grenze in die der Kelchdecke über.

**Actinocrinus** Mill. (246 *B*, *C*). Der kreiselförmige Kelch ist in eine lange Afterröhre mit endständiger Mündung ausgezogen, die die zahlreichen

(20 — 50) Arme oft an Länge übertrifft. Aus den Tafeln der hintern *IR* der Dorsalkapsel hebt sich die einfache Reihe der Analtafeln (246 $Da_1$—$a_5$) scharf heraus. Die Ambulakren (*c*) laufen in geschlossenen, mit alternierenden Plättchen bedeckten Röhren ($c_1$) frei unter der starren Kelchdecke von den Armen zum Munde. Man hat bei dieser Gattung auch die schwach verkalkte Wand des gewundenen Darmes (*Boe*) beobachtet. Arme alle 2 zeilig.

Mit den verwandten *Batocrinoiden* (246 *A*) bes. zahlreich im Karbon N. Amerikas, seltener in andren Erdteilen.

## II. Dicyclica.

Dorsalkapsel mit 2 Basalkränzen, von denen der untere häufig zur Verkümmerung neigt und unter dem Stiele versteckt sein kann. Diese Abteilung enthält vorwiegend paläozoische Vertreter mit ± großer Dorsalkapsel und mit starrer oder beweglicher Kelchdecke. Mund und Ambulakren meist unter der Munddecke versteckt. Zentralkanal zuweilen in den Armen, aber fast nie in der Dorsalkapsel entwickelt. Die meisten Gruppen dürften in den jüngeren *Cryptocyclica* ihre Nachkommen besitzen.

Die Hauptgruppen sind:

**1. Rhodocrinacea.** Dorsalkapsel mit überzähligen Tafelkränzen. Kelchdecke starr, Mund und Amb. verdeckend. Analtafel im *R* Kranze vorhanden. Arme gefiedert. Entsprechen den *Actinocrinacea* unter den *Monocyclica* (= *Camerata* z. T.). Silur — Karbon.

**2. Ichthyocrinacea.** Dorsalkapsel mit überzähligen Tafelkränzen, aber diese ± gelenkig verbunden. Kelchdecke beweglich. Arme meist reichlich verzweigt, aber ohne Fiederchen (= *Flexibilia*). Silur — Karbon.

**3. Cyathocrinacea.** Dorsalkapsel ohne überzählige Tafelkränze, aber oft mit Analtafel. Arme scharf vom Kelch abgesetzt. Kelchdecke fest oder ± beweglich, meist in eine Analröhre oder einen Ventralsak ausgezogen (*Fistulata* z. T.). Silur — Trias.

**1. Rhodocrinacea.** Sie gleichen sehr den *Actinocrinacea*, doch sind stets je 5 unverschmolzene *B* und *IB* vorhanden. Die Kelchdecke ist starr, oft etwas erhöht, aber selten in eine lange Röhre ausgezogen. Arme immer zweizeilig. Bes. häufig im Silur, selten im Devon und Karbon.

Als Beispiele mögen erwähnt werden:

**Rhipidocrinus** Beyr. (247). Der niedrige, schüsselförmige Kelch besteht aus stark verzierten Platten. *IB* (*if*) scheinbar verschmolzen, in den Kelch eingestülpt. Zwischen die *IR* ($r_1$) ein J. R. Kranz ($ir_1$) eingekeilt, dessen Platten den *R* ähnlich; nur die Analtafel 8seitig, wodurch die Zweiseitigkeit im Kelche angezeigt. Kelchdecke sehwaeh gewölbt, Afterröhre fehlt. 10 breite, 2zeilige Arme mit zahlreichen Ästen. Stiel kräftig mit 5 lappigem Zentralkanal. M. Devon der Eifel häufig.

**Siphonocrinus** S. A. M. (248). Dem hohen, zylindrischen Kelche fehlen die *IR* im *R* Kranze, doch Analtafel vorhanden. Decke hochgewölbt; durch die nach

vorn übergelegte flaschenförmige Afterröhre (*a*) ist der Mund (*o*) exzentrisch nach vorn gedrückt und die Ambulakren sind sehr ungleich geworden, wie bei der lebenden *Actinometra* (234, S. 169). Mit verwandten Formen häufig im Ob. Silur N. Amerikas.

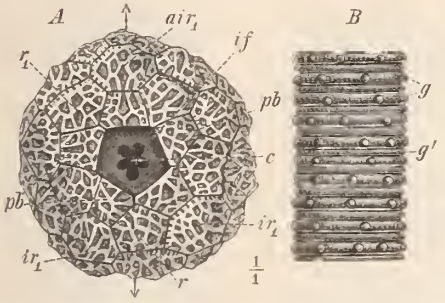



Fig. 247. *Rhipidocrinus crenatus* Gf. sp. M. Devon. Eifel. *A* Kelch von unten; *c* Zentralkanal; *if* Infrabasalia, scheinbar zu einem Stücke verschmolzen; *pb* Basalia; $r_1$ I. Radialia und $ir_1$ I. Interradialia, zusammen den ersten Radialkranz bildend; $air_1$ das anale Interradiale, welches die Symmetrieebene (⌃⌄) bezeichnet. *B* ein Stück des Stieles, aus abwechselnd breiteren, geknoteten (*g*) und schmäleren, ungeknoteten Gliedern (*g'*) zusammengesetzt.

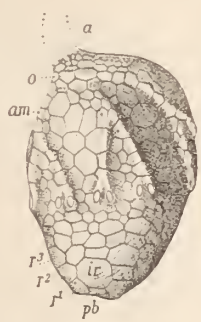



Fig. 248. *Siphonocrinus nobilis* Hll. Ob. Silur. Wisconsin. Steinkern des Kelches. *pb* Basalia; $r_1$—$r_3$ Radialia; *ir* Interradialia; *am* Ambulakren; o Mund; *a* Afterröhre.

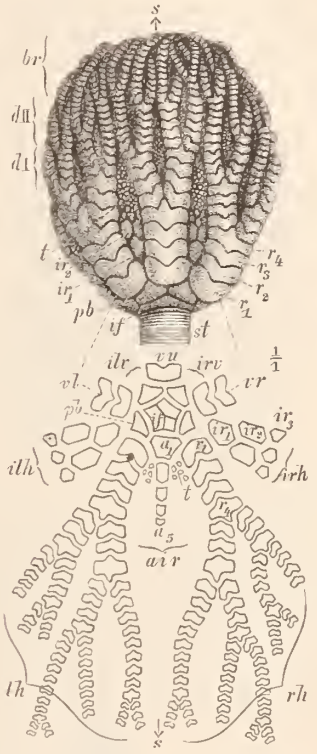



Fig. 249. *Taxocrinus multibrachiatus* Ly. & Cass. Unterkarbon. Crawfordsville, Indiana. Oben: Kelch mit Stiel (*st*) und den freien Armen (*br*) von vorn, etwas ergänzt. Unten: zerlegter Kelch; die in der oberen Figur nicht sichtbare Hinterseite ausgezeichnet. *air* Analinterradius; *rh* r(echter) hinterer, *lh* l(inker) hinterer, *vr* vorderer r., *vl* vorderer l., *vu* vorderer unpaarer Radius; *irh* r. hinterer, *ilh* l. hinterer, *irv* r. vorderer, *ilv* l. vorderer Interradius; *if* Infrabasalia; *pb* Basalia; $r_1$—$r_4$ Radialia; *d I*, *d II* Distichalia I. und II. Ordnung; *br* Brachialia; $a_1$—$a_5$ Analtafeln; $ir_1$—$ir_3$ größere, *t* kleinere I. R. Tafeln; *s* ⌃⌄ *s* Symmetrieebene.

**2. Ichthyocrinacea** (= *Flexibilia*) umfassen diejenigen paläozoischen *Crin.* mit überzähligen Tafelkränzen, bei welchen Kelch und Arme eine ähnlich große Beweglichkeit erlangt haben, wie sie sonst zumeist erst bei mesozoischen Formen eintritt. Die Tafeln der Kelchdecke und die *IR* des Kelches meist klein und häutig verbunden. Arme mehrmals

gabelig gespalten oder halbfiederig verzweigt, ohne Fiederchen, über dem Kelche zusammenschließend. Eine gut gekennzeichnete Gruppe mit wenigen, nicht scharf geschiedenen Gattungen. Silur — Karbon.

**Taxocrinus** Phill. (249). Die häufigste vom Silur — Karbon reichende Gattung. Eine anale Tafelreihe ($a_1 - a_5$) hebt sich in dem fein getäfelten hinteren *IR* scharf ab. *IB* 3, sehr niedrig. Die *R*-, *D*- und Armglieder mit gelenkartigem unterem Zahnvorsprunge. Die bewegliche Kelchdecke mit kleinen Täfelchen gepflastert. Analröhre fehlt. Oberste Stielglieder sehr niedrig und breiter als die tieferen, stark zusammengedrückten.

**3. Cyathocrinacea** (= *Inadunata Fistulata*). Die 5 Arme artikulieren mit breitem oder schmalem Ansatz an dem *R* Kranze, in dem höchstens einige Analtafeln, keine *IR* vorhanden. Überzählige Tafelkränze fehlen. Gewöhnlich 5 Oralplatten, auf denen die von einer ± festen Munddecke verhüllten Amb. verlaufen. Paläozoisch, aber z. T. ins Mesozoikum und wahrscheinlich in einem Teil der *Cryptocyclica* fortsetzend.

a) Arme an schmalen, ± tiefen Ausschnitten der *R* gelenkend. **Cyathocrinoidea.**

Eine Anzahl silurischer Vertreter besitzen noch schwach entwickelte, 1 zeilige Arme wie

**Porocrinus** Bill. (250). Radialkranz mit 1 Anale (*B ir*) und Radianale (*B* schwarz). Die Kelchtafeln besitzen an den Ecken tiefe Rautenfalten (*p*), die von den ähnlichen Porenrauten der *Cystideen* (S. 190) dadurch unterschieden sind, daß sie zu den Tafelnähten nicht genau ⊥ stehen. U. Silur. N. Amerika, Europa.

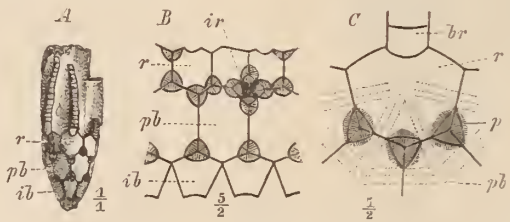



Fig. 250. *A—C Porocrinus. A, B P. conicus* Bill. U. Silur. Canada. *B* Hinterseite des Kelches mit den 2 Analplatten (*ir*), oberhalb und rechts über dem hinteren *B* (*pb*). *C P. radiatus* Beyr. U. Silur. St. Petersburg. Drei Gruppen von je 3 Porenrauten (*p*). *ib* Infrabasalia; *pb* Basalia; *r* Radialia; *br* Arme.

Daran schließen sich im Devon verzweigte Formen mit ± kugligem Kelch und stark radial strahlig skulptierten Kelchtafeln, wie

**Sphaerocrinus** F. Rö., im M. Devon der Eifel häufig; (*S. geometricus* Gf.). Die *R* sind von einem Achsenkanal durchbohrt.

Als ein stielloser Ausläufer dieser Reihe dürfte

**Marsupites** Mant. (254) aus dem Senon anzusehen sein, der wie *Uintacrinus* (S. 177) einen altertümlichen Kelchbau besitzt. Über einer großen

Zentralplatte (*cd*) folgen die 2 Tafelkränze der Basis (*ib*, *pb*) und der *R* Kranz ohne Analtafel. Die Kelchtafeln sind alle sehr groß, dünn und radial skulptiert. Kelchdecke getäfelt. Arme (*A br*, *agl*) schwach verzweigt. Unt. Senon. Europa.

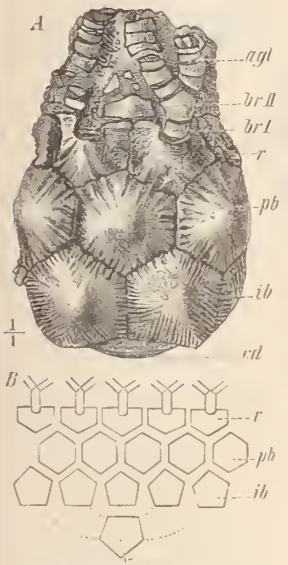



Fig. 251. *A—B Marsupites testudinarius* Schl. sp. U. Senon. England. *A* Kelch mit dem unteren Teile der Arme. *B* Schema des Kelches; *cd* Zentralplatte; *ib* Infrabasalia; *pb* Basalia; *r* Radialia; *br I*, *br II* erstes und zweites, *agl* höhere Armglieder der Zweige.

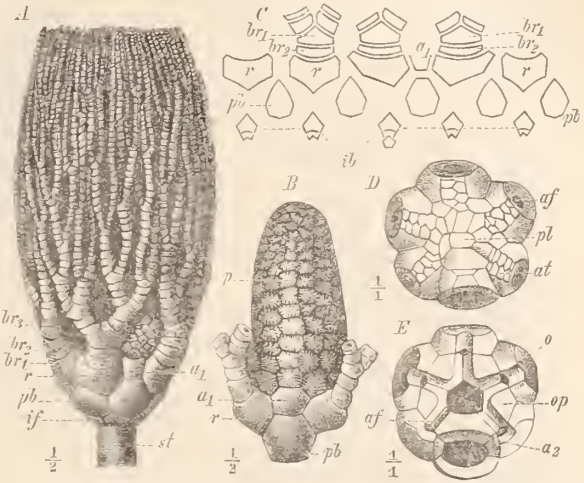



Fig. 252. *A—E Cyathocrinus*. *A C. ramosus* Ang. Ob. Silur. Gotland. Über der Analtafel ($a_1$) ist zwischen den hinteren Armen der Ventralsack sichtbar. *B C. longimanus* Ang. Ebendaher. Hinterseite des Kelches mit größtenteils abgelösten Armen, um den Ventralsack (*p*) zu zeigen. *C* zerlegter Kelch eines Cyathocriniden (*Barycrinus bullatus* Hall. sp.); NB. $br_1$ und $br_2$ sind zu vertauschen! *D*, *E C. Jowensis* Ow. & Shum. Unt. Karbon. Jowa. Kelch ohne den Ventralsack von oben. *D* mit erhaltener Munddecke, *E* ohne dieselbe. *st* Stiel; *if* Infrabasalia; *pb* Basalia; *r* Radialia; *br* Brachialia; $a_1$ Analtafel; *p* Ventralsack; *af* Ambulakralfurchen; *at* Ambulakraltäfelchen; *pl* zentrale Deckplatte; *o* Mundöffnung; *op* Oralplatten; $a_2$ anale Oralplatte.

Als Typus der *Cyath.* ist die vom Ob. Silur — Karbon in zahlreichen Arten weltweit verbreitete Gattung

**Cyathocrinus** Mill. (252) anzusehen. Hier ist nur 1 Analtafel ($B\ a_1$) im Radialkranze vorhanden. An sie schließt sich die große Afterröhre ($B\ p$), aus zahlreichen Tafeln bestehend, an. Kelchdecke aus 5 großen Oralplatten ($E\ op$), deren hintere ($E\ a_2$) als Madreporit ausgebildet. Die Amb. und die große 5seitige Mundlücke werden von einer festen Munddecke überdacht ($D\ pl$, $at$), die auch die Oralplatten *op* fast ganz verdeckt. Zuweilen Zentralkanal in den Armen und *R*.

### b) Arme mit ganzer Breite an den *R* gelenkend.

### Poteriocrinoidea.

Als Beispiel eines älteren Vertreters dieser Gruppe mit einfachen Armen und regelmäßig 5 strahligem Kelch kann

**Cupressocrinus** Gf. (253) gelten. Bei dieser sehr massiv gebauten Riffform sind die *IB* zu einer 5seitigem Platte mit 4teiligem Zentralkanal (*C*)

verwachsen. Die 1 zeiligen Arme (*A*) bestehen aus wenigen, breiten und dicken Armgliedern (*D*), deren breite Ventralrinne von einrollbaren Deckplatten (*C p*) bedeckt ist. Die 5 Oralplatten (*B o r*) bilden eine gefranste Decke (»Konsolidationsapparat«), die zum Ansatz der Armmuskeln dient. Der After (*a*) durchbohrt die hintere Oralpl. Zentralkanal in den Armen und *R*. Im M. Devon der Eifel häufig.

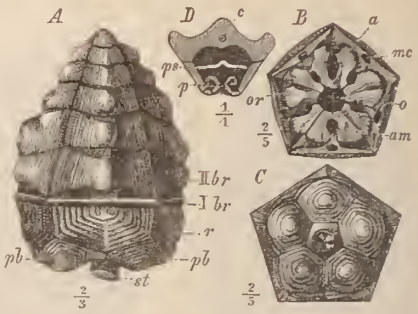



Fig. 253. *Cupressocrinus abbreviatus* Gf. M. Devon. Eifel. *A* Exemplar mit Stiel (*st*) und Armen; *pb* Basalia; *r* Radialia; *I br* erste, *II br* zweite Deckplatte. *B* Ansicht der Kelchdecke; *or* Oralplatten; *o* Mundöffnung; *a* After; *am* Ambulakren; *mc* Dorsalkanäle. *C* Kelch von unten mit der 5eckigen Infrabasalplatte und dem 4teiligen Zentralkanal. *D* Querschnitt eines Armgliedes; *p* die eingerollten Deckplatten (? pinnulae); *ps* ventrales Perisom der Armrinne; *c* Dorsalkanal.

Bei den meisten silurischen Formen auch noch bei der im Devon und namentlich im Karbon (Perm) häufigen Gattung

**Poteriocrinus** Mill. sind einige Analplatten oder doch eine im *R* Kranz vorhanden; bei andren wird sie klein oder rückt auf die Deckplatte. Zugleich werden bei manchen die Arme 2zeilig (*Stemmatocrinus*) und aus diesen Veränderungen resultiert dann die bestgekannte Triasgattung

**Encrinus** Mill. (254). Die *IB* des niedrigen, schüsselförmigen Kelches bilden einen vom Stiel verdeckten 5strahligen Stern (*D if*). *B* (*p b*) klein; *R* (*r*) groß, ihre schräg abgestutzten Gelenkflächen der Quere nach von einer Gelenkleiste (*C l*) und -furche (*C f*) durchzogen. Gegen innen schließen sich 2 rauhe, lippenartige Flächen für die Muskelansätze (*C m*) an. Die 5 Arme gabeln sich über dem 2., verdickten Armgliede: die unten 1zeiligen Äste werden bald wechsel- und dann 2zeilig. Armtafeln breiter als hoch, mit langen Fiederchen (*p*). Die Kelchdecke ist locker getäfelt, mit schwach entwickelter Afterröhre. Die Aehsenkanäle treten aus den Armästen in die unteren Armglieder ein und verlaufen, im R. Kranze durch Ringkanal verbunden, in den B. sich vereinigend, in den Stiel. Dieser ist lang, besteht aus zahlreichen runden Gliedern mit strahligen Gelenkflächen und endigt in einer flachen Haftscheibe.

In der Mittl. Trias, bes. im Muschelkalk Deutschlands (und der Alpen) häufig, wo die zerfallenen Stielglieder (Trochiten) oft mächtige Bänke in der unt. Abt. des Hauptmuschelkalkes (*Trochitenkalk*) bilden.

## III. Cryptocyclica.

Die Mehrzahl der mesozoischen und jüngeren *Cr.* ist durch einen regelmäßig 5strahligen Kelchbau, häutige, nur mit locker verbundenen Täfelchen versehene Kelchdecke, offenen Mund und Ambulakren und vollständig ausgebildetes Kanalsystem im Kelche ausgezeichnet. Die Dorsalkapsel ist oft klein und massiv, fast ganz auf

die *R* beschränkt; *B* meist klein, *IB* von außen nie sichtbar. Über dem I. *R* beginnt stets die Gelenkung. Überzählige Radialkränze oft vorhanden, aber die dazwischen befindlichen *IR* meist verschwunden oder durch Haut ersetzt. Der Stiel fehlt den jüngeren Formen meist, doch haften die letzten Glieder als ein mit Ranken besetzter Knopf am Kelch (Centrodorsale).

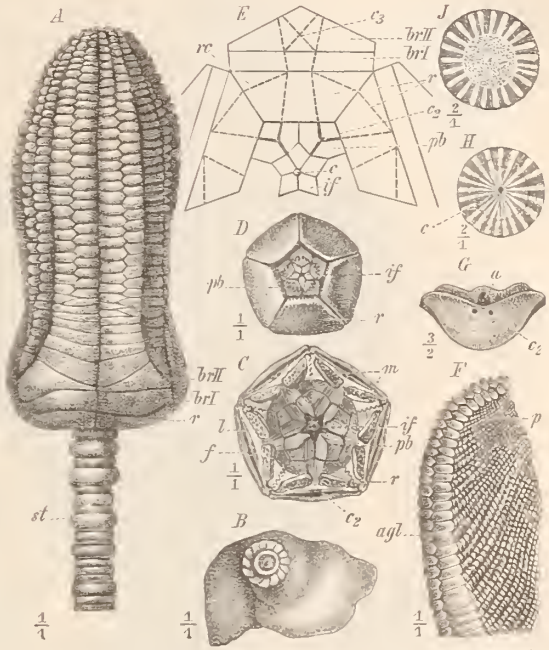



Fig. 254. *A—J Encrinus liliiformis* Lmk. Ob. Muschelkalk. Norddeutschland. *A* Kelch mit Stiel (*st*) und geschlossenen Armen. *B* Wurzel mit Stielansatz. *C* Kelch von oben: Gelenkflächen der *R* mit Querfurche (*f*), Querleiste (*l*) und den rauhen Muskelplatten (*m*) sichtbar; $c_2$ die 2 Dorsalkanäle. *D* Kelch von unten. *E* Verlauf der Dorsalkanäle in den Kelchtafeln. Die Grenzen der Tafeln sind durch feine volle, die freiliegenden Kanäle durch starke volle und die in den Tafeln laufenden Kanäle durch punktierte Linien angedeutet. *c* Zentralkanal; $c_2$ Gabelung des Interradialkanals; $c_3$ Kreuzungspunkt der Kanäle im 2. Armgliede (*br II*); *rc* Ringkanal. *F* Armende mit den Fiederchen (*p*); *agl* Armglieder. *G* obere Nahtfläche des 1. Armgliedes (*br I*); $a, c_2$ Dorsalkanäle. *H, J* zwei Stielglieder mit radialen Furchen und Zentralkanal (*c*). *if* Infrabasalia; *pb* Basalia; *r* Radialia; *br I, br II* Armglieder.

Die hier unterschiedenen Gruppen dürften meist nur ähnliche Zustände verschiedener genetischer Reihen darstellen.

**1. Pentacrinacea.** Die kleinen, zuweilen deutlich dizyklischen Kelche tragen reichlich verzweigte Arme, die von einigen überzähligen *R* Kränzen getragen werden. *B* stets deutlich. Stiel mit Ranken.

**2. Apiocrinacea.** Kelch ± groß und weit, mit deutlichen *B* Stiel fast stets ohne Ranken, zuweilen rudimentär.

**3. Holopocrinacea.** Kurzgestielte oder aufgewachsene Kelche, die äußerlich nur *R* erkennen lassen. 10 Arme oder Armzweige.

**4. Antedonacea.** Stiellos. Centrodorsale meist mit Ranken. Arme einfach oder ± reichlich verzweigt.

**1. Pentacrinacea.** Die jetzt noch in etwa 25 Arten, bis zu Tiefen von 4000 m hinab lebende Gattung

**Pentacrinus** Mill. (255) u. Verw. ist durch kräftige und meist stark verzweigte Arme, kleinen, kegelförmigen Kelch und 5kantige, zuweilen auch runde, aber dann 5strahlige Glieder (*D, J*) der langen, berankten Stiele (*A*) ausgezeichnet. *IB* zuweilen vorhanden. *B* bilden keinen geschlossenen Kranz (*B*) I. *R* 3.

*Metacrinus* besitzt 5 l. *R* und einen geschlossenen *B* Kranz. Kelchdecke mit beweglichen Tafeln und kleiner Afterröhre.

Von der Trias an, besonders häufig und gut erhalten im Lias von England und Württemberg. Die Stielglieder überall häufig. Diese sind meist 5kantig, ihre Gelenkflächen mit 5 blattartigen Vertiefungen, deren Ränder gekerbt. Auch runde Glieder an diesem Merkmal leicht kenntlich. Die Ranken hinterlassen an den Wirtelgliedern ovale Gelenkflächen.

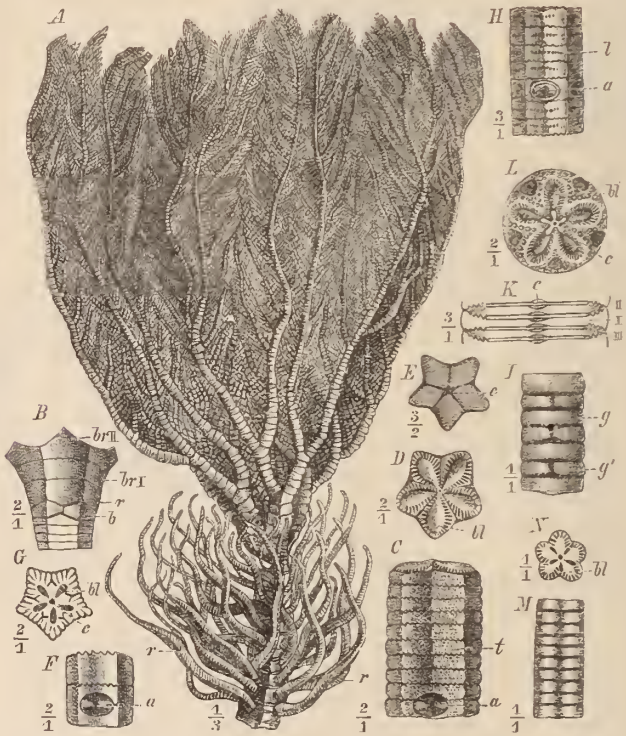



Fig. 255. *A—N Pentacrinus. A P. Briareus* Mill. Ob. Lias (ε). Schwaben. *r* Stielranken. *B P.* sp. Ob. Malm. Schwaben. Kelch mit den obersten Stielgliedern. *b* Basalia; *r* I., *br I*, *br II* II. und III. Radialia. *C—N* Stielglieder. *a* Ansatzstelle der Ranken; *c* Zentralkanal; *bl* Blätter der Gelenkfläche. *C—E P. tuberculatus* Mill. Unt. Lias (α). *C* Stielstück von der Seite. *t* Körner. *D* Gelenkfläche. *E* Querschnitt eines Gliedes. *F, G P. dubius* Gf. Unt. Muschelkalk. Recoaro, Vicentiner Alpen. *F* zwei Stielglieder von der Seite. *G* Gelenkfläche. *H P. basaltiformis* Mill. Mittl. Lias. Schwaben. *l* Querleisten. *I—L P. subangularis* Mill. Ob. Lias (ε). Schwaben. *I* einige abwechselnd größere (*g*) und kleinere (*g'*) Stielglieder. *K* Vertikalschnitt durch ein schmäleres Hauptglied (I = *g'* in Fig. *I*) und die 2 Bündel versteckter Nebenglieder (*II* und *III*), von welchen jedes aus vier kleinsten Gliedern (*c*), 2 breiteren (*III*) und 1 mittleren größten (*II*) besteht. *L* Gelenkfläche eines schmäleren Hauptgliedes (*g'* in Fig. *I*) mit einem aufgelagerten kleinsten Nebengliede, welches als fünfstrahliger Stern (*c*) den Zentralkanal umgibt. *M, N P. Bronni.* Ob. Senon. Rügen. *M* Stielstück von der Seite. *N* Gelenkfläche von oben.

Hieran schließt man gewöhnlich ein kleine Form des Muschelkalkes

**Dadocrinus** v. Mey. mit rundem oder schwach 5 eckigem, rankenlosem Stiel, durch *II* Plättchen getrennten *R* und 10 einfachen Armen.

**2. Apiocrinacea,** Der meist große, eiförmige oder kuglige, zuweilen 5eckige Kelch besteht aus dicken *B* und *R* sowie einer ± großen Zentralplatte (256 *C*, *D*) mit 5 radialen Kanten (?*IB*). Mehrere *R* und Dist. sowie zuweilen eine wechselnde Zahl *IR* zwischen den überzähligen *R*. Stiel meist rund, selten 5eckig, ohne Ranken.

Häufig im Jura, selten in der Kreide; 1 lebende Gattung (*Calamocrinus*) im Pacific.

**Apiocrinus** Mill. (256). Der birnförmige oder kuglige Kelch verschmälert sich meist ganz allmählich in den angeschwollenen Stiel (*C*). Stielglieder rund, strahlig gekerbt. Wurzel dick, inkrustierend. Die Arme regelmäßig gabelig geteilt (*A*).

**Millericrinus** d'Orb. ist durch 5eckigen Kelch unterschieden, der von dem oft 5eckigen, stacheligen Stiel schärfer absetzt.

Beide Gattungen sind hauptsächlich im Jura (? Trias) und in der Unt. Kreide verbreitet.

Hieran schließt sich die seit dem Jura bekannte Familie der

**Bourgueticrinidae,** ausgezeichnet durch kleine Kelche mit enger Höhlung und elliptische und gedrehte Stielglieder. *Bourgueticrinus* d'Orb. (257) nicht selten in der Kreide. *Rhizocrinus* Sars. tertiär, lebend in größeren Tiefen.

**3. Holopocrinacea.** Diese Gruppe zeichnet sich durch das Fehlen eines Basalkranzes und die Verkürzung des Stieles aus. *IR* ± fest untereinander verschmolzen. Kleine Formen, die vom Jura an bekannt und heute noch durch *Holopus* vertreten sind.

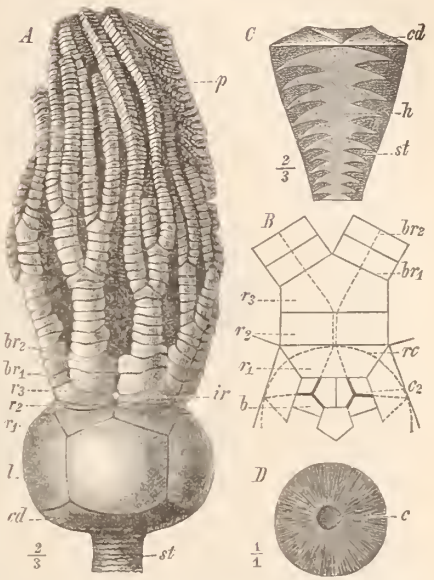



Fig. 256. *A—D Apiocrinus.* *A A. magnificus* d'Orb. Ob. Malm. La Rochelle, Charente infér. Mit Stiel (*st*) und Armen. *cd* Centrale; *b* Basalia; $r_1$—$r_3$ I.—III. Rad.; $br_1$—$br_2$ I. u. II. Armglieder; *p* Fiederchen. *B* Verlauf der Kanäle in den Kelchtafeln. $c_2$ Teilungsstelle der offenen Kanäle der B.; *rc* Ringkanal. *C A. Parkinsoni* Schl. Ob. Dogger. Normandie. Längsschnitt des oberen Stielendes. *cd* Centrale; *h* ringförmige Hohlräume zwischen den einzelnen Gliedern. *D* Fläche eines Stielgliedes von *A. polycyphus* Mer. mit radialen Streifen und dem weiten Zentralkanal (*c*); *st* Stiel.

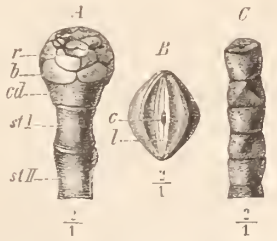



Fig. 257. *A—C Bourgueticrinus ellipticus* Mill. Senon. England. *A* Kelch mit den obersten runden Stielgliedern (*st I*, *st II*). *cd* Centrale; *b* Bas.; *r* Rad. *B* Gelenkfläche eines unteren Stielgliedes mit dem Querriff (*l*) und dem Zentralkanal (*c*). *C* mehrere untere Stielglieder.

**Eugeniacrinus** Mill. (258). Der kurze Stiel enthält nur wenige lange, zylindrische Glieder und trägt einen unten abgestutzten Kelch. Dieser besteht aus 5 ± fest verschmolzenen I. *R* (*r*, $r_1$), welche zwischen vorspringenden Zapfen (*z*) niedrige *R* II ($b_1$) tragen. III. *R* ($b_2$), sind zwischen den seitlichen Gelenkflächen (*g*) für die gedrungenen, gekrümmten Arme (*br II*) eigentümlich zapfenartig (*D*) verlängert. Bei *Cyrtocrinus* Jack. sind Stiel und Kelch verschmolzen und dieser sitzt schief auf. Die Zapfen der I. Rad. fehlen.

Beide Gattungen häufig im Malm und in der Unt. Kreide, *Cyrt.* nur im alpinen Gebiete.

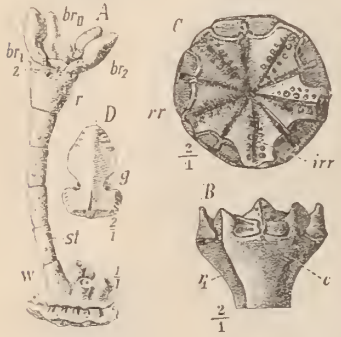



Fig. 258. *A—D Eugeniacrinus caryophyllatus* Gf. Unt. Malm (Oxford.) Schwaben. *A* restauriert mit Kelch, Stiel, Wurzel und Armansatz. *B* der 1. Radialkranz von der Seite. *C* von oben. *D* ein III. Radialglied ($br_2$). *w* Wurzel; *st* Stiel (rekonstruiert); *r* Radialkranz (verwachsen); *z* interrad. Zapfen desselben; $br_1$ II., $br_2$ III. Radial.; *g* Gelenkflächen für die Arme (*br II*); *c* Axialkanal; *rr* radiale; *irr* interradiale Furchen.

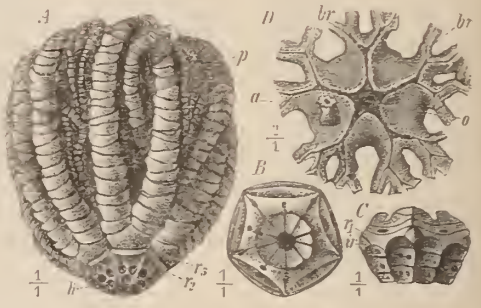



Fig. 259. *A—D Antedon. A A. Jutieri* de Lor. Ob. Malm. Dép. du Doubs. Kelch mit Armen. *k* Centrodorsale, Basalia und I. Rad. damit verschmolzen; $r_2$, $r_3$ II. und III. Radiale; *p* Fiedern. *B, C A.* (*Solanocrinus*) *costatus* Gf. Ob. Malm. Nattheim, Schwaben. *B* Kelch von oben mit den 10 Radialfurchen und 5 Gelenkflächen der Rad. *C* Kelch von der Seite. Centrodorsale mit den Rankengruben; *ir* der von außen sichtbare Teil der Bas.; $r_1$ I. Radiale. *D* Kelchdecke von *A. rosaceus* Linck. Mittelmeer. *o* Mund; *a* After. Vom Munde aus verlaufen 5 offene, verzweigte Ambulakralfurchen zu den Armen (*br*).

**4. Antedonacea.** Alle stiellosen Formen mit beranktem Centrodorsale, die im übrigen recht verschiedenartig ausgebildet sind, werden hierunter zusammengefaßt. *R* bei älteren noch von außen sichtbar, sonst von den I. *B* überwachsen und reduziert. Vom Jura an, lebend in fast 200 Arten, die bis zu 5000 m Tiefe hinabreichen.

**Antedon** Frém. (259) (= *Comatula*). Bei älteren Vertretern (*Solanocrinus* — *B, C*) noch getrenntem *B* sichtbar (*C ir*). Kelch regelmäßig gebaut. Mund zentral (*D o*). Die Larven gestielt, mit Oralien und Analplatten.

**Actinometra** Müll (234), ebenfalls im Jura schon vorhanden, besitzt mehrere überzählige *R*, exzentrischen Mund und fast zentralen After (*a*), wie manche dizyklische Camerata (S. 178). Ranken spärlich am platten Centrodorsale. Der in größeren Tiefen gefundene

**Thaumatocrinus** Carp. (235) ist bemerkenswert durch die wohl entwickelten *B* (*b*), das Auftreten von *IR* zwischen dem *R* (*r*), einer Reihe von Analtafeln ($a_1$) und durch die getäfelte, mit 5 Oralien ($o_1$) versehene Kelchdecke, alles sehr altertümliche Merkmale.

## Geologische Verbreitung der Crinoiden.

Schon in kambrischen Schichten treten einige *Cr.* auf, doch kennen wir reicheres Material erst aus dem Silur, bes. aus dem Obersilur. Nicht nur sind hier schon fast alle Hauptstämme der *Mono-* und *Dicyclica* vertreten, sondern diese zeigen auch schon zumeist eine erhebliche Formenmannigfaltigkeit, die im Devon und Karbon noch zunimmt. Bei der Mehrzahl der paläozoischen Formen tritt die Zweiseitigkeit im Kelchbau deutlich hervor, und als weitere bezeichnende Merkmale sind die Starrheit der Kelchdecke, die weite Verbreitung getäfelter Afterröhren und die geringe Beweglichkeit der Arme hervorzuheben. Stiellose Formen sind noch äußerst selten, ebenso kurzgestielte. Mit dem Formenreichtum der paläozoischen *Cr.* kontrastiert die Armut an permischen und triadischen Vertretern. Ohne diese weite Lücke in unsren Kenntnissen würden die uns im Jura wieder reichlich entgegentretenden Formen der Sammelgruppe »*Cryptocyclica*« wohl vollständig mit den paläozoischen verknüpft erscheinen, wie das z. B. für *Encrinus* zutrifft.

Die jüngeren sind bei allgemein regulärem Kelchbau durch immer mehr ausgesprochene Reduktion der Basis, stärkere Ausbildung und Beweglichkeit der Arme, Biegsamkeit der Kelchdecke unter gleichzeitiger Freilegung des Mundes und der Ambulakren sowie durch vielfach hervortretende Stiellosigkeit ausgezeichnet. Daß diese Änderungen bes. die Loslösung sich in verschiedenen genetischen Reihen vollzogen haben, beweisen die wenigen bis jetzt bekannten ungestielten Formen mit altertümlichen Kennzeichen, wie *Uintacrinus*, *Marsupites*, die neben *Antedon* und *Saccocoma* im Mesozoikum vorhanden sind, und Formen wie der lebende *Thaumatocrinus*. Von den gestielten *Cr.* des Mesozoikums leben viele Gattungen ± verändert oder ganz unverändert, wie *Pentacrinus* noch heute, aber sie haben sich fast durchgängig in die größeren Meerestiefen zurückgezogen. Das gilt auch für den einzigen lebenden *Holopocriniden* (*Holopus*). Welche paläozoische Gruppen in den jetzt dominierenden Konvergenzgruppen der stiellosen *Antedoniden* vertreten sind, läßt sich noch nicht mit Bestimmtheit sagen. So lange dies nicht ermittelt ist, kann man auch nicht wissen, ob die heutige *Crinoiden*-Fauna, wie es scheinen möchte, wirklich so viel ärmer an selbständigen Formenkreisen ist, als die paläozoische.

### Zeitliche Verteilung der Hauptgruppen.

| | Silur | Devon | Karbon | Perm | Trias | Jura | Kreide | Tertiär | Jetztzeit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Monocyclica* | | | | | | | | | |
| *Hyocrinacea* . . | — | — | — | | | — | | | — |
| *Platycrinacea* . | | — | — | | | | | | |
| *Actinocrinacea* . | — | — | — | | | | — | | |
| *Dicyclica* | | | | | | | | | |
| *Cyathocrinacea* . | — | — | — | — | — | | — | | |
| *Ichthyocrinacea* | — | — | — | | | | | | |
| *Rhodocrinacea* . | — | — | — | | | | | | |
| *Cryptocyclica* | | | | | | | | | |
| *Pentacrinacea* . | | | | | — | — | — | — | — |
| *Apiocrinacea* . . | | | | | ? | — | — | — | — |
| *Holopocrinacea* . | | | | | | — | — | — | — |
| *Antedonacea* . . | | | | | | — | — | — | — |

## 6. Klasse: Cystoidea. Beutelstrahler.

Unter diesem Namen sind hier alle die, ausschließlich paläozoischen, Stachelhäuter zusammengefaßt, denen die bezeichnenden Merkmale der lebenden 5 Ordnungen zum größeren oder kleineren Teile abgehen, wenngleich in vielen Fällen eine bemerkenswerte Annäherung an sie erfolgt. Sie zeigen primitive Merkmale in wechselndem Grade und in mannigfaltiger Kombination, und sind für das Verständnis der typischen Ordnungen sowie des Entwicklungsganges der ganzen Klasse von allergrößter Bedeutung.

Der Kelch besitzt i. A. eine beutelförmige, seltener abgeplattete Gestalt und ist mit einer Anheftungsstelle am unteren (hinteren) Ende oder mit einem zuweilen sich ablösenden Stiel versehen, weshalb die *Cyst.* auch wohl mit den *Crinoiden* zusammen als gestielte, *Pelmatozoa*, zusammengefasst und den übrigen, freien *Echinodermen*, den *Eleutherozoa*, gegenüber gestellt werden. Die ± zahlreichen Tafeln, welche den Kelch zusammensetzen, sind vielfach noch ganz ungesetzmäßig zusammengefügt und ordnen sich nur teilweise und erst allmählich unter dem Einflusse des erst entstehenden Ambulakralsystems 5-, 6-, 4- oder 3 strahlig ein.

Am oberen (vorderen) Ende des Körpers sind regelmäßig 2 größere Öffnungen sichtbar (260): die zumeist polar gelegene Mundöffnung (*Ao*, von der das Ambulakralsystem ausgeht und die exzentrisch und interradial gelegene Afteröffnung (*a*), oft durch pyramidal zusammenschließende Plättchen (Afterpyramide) geschlossen. Eine 3. kleinere, zwischen After und Mund befindliche Öffnung wird als Genitalöffnung (*g*) aufgefasst; sie hat aber wohl (weil zuweilen doppelt) mit zur Einfuhr des Wassers gedient, wenn kein besonderer Madreporit (*Dm*, *Bm*) entwickelt ist, der oft in der Nähe des Mundes sichtbar wird. Eine durch Mund und Genital- bez. Afteröffnung gelegte Ebene liegt der 2 seitigen Symmetrie zu Grunde.

Das **Wassergefäßsystem** (mit dem begleitenden Blutgefäß und Nervenstrang und der darüber befindlichen Flimmerrinne) tritt aus der Mundöffnung heraus und treibt zunächst 2 gleiche Stämme ⊥ zur Symmetrieebene (*A*); an den beiden Enden der verquerten Mundöffnung erscheinen gewöhnlich die fassettenartigen Gelenkflächen für bewegliche Anhänge (*I*, *II*), die Finger. Ein 3. Stamm (*B III*) erscheint in der Sym. Ebene nach vorn gerichtet, während der entsprechende 4., den eine Gabelteilung erfordern würde, ausbleibt, da er in die Richtung des Afters usw. zu liegen kommen würde. Die 2 zuerst entstandenen Stämme teilen sich dann in einiger Entfernung vom Munde wiederum gabelig (*C Ia*, *Ib*, *II a*, *II b*), so daß nun die gewöhnliche 5 Zahl erreicht ist. Jedes dieser Stadien kann einige Zeit erhalten bleiben, und die schlummernden Äste können erst später zur Ausbildung gelangen. Bleibt z. B. der 3. unpaare Stamm zurück und gabeln sich die paarigen, so entstehen 4 Amb., ein Verhalten, das bei einigen Formen längere Zeit persistiert hat. Bei *Echinosphaerites* (S. 194) kommen 2, 3, 4, 5 Stämme gleichzeitig vor.

Diese Ungleichheit der 5 Hauptstämme (2 + 1 + 2) kommt auch in der Beschaffenheit der beweglichen Munddeckplatten zum Ausdruck, die

sich aus den Deckplättchen der Radiärstämme durch Verschmelzung in interradialer Stellung bilden (*Dα—γ*, *Eα—γ*). Sie sind bei 5 strahligen Formen stets so verteilt, daß die größte (unpaare) hinter dem Munde gelegene Gruppe (*α*) von der Sym. Ebene geteilt wird, daß die beiden mittelgroßen, vorderen ($\beta_1$, $\beta_2$) symmetrisch zu ihr liegen und die beiden kleinsten, seitlichen ($\gamma_1$, $\gamma_2$) durch die unpaare (*α*) auseinander geschoben erscheinen. (Bei den Munddeckplatten der *Crinoiden* herrscht das gleiche Verhältnis — S. 174 — Fig. 242 *B o*, $o_1$).

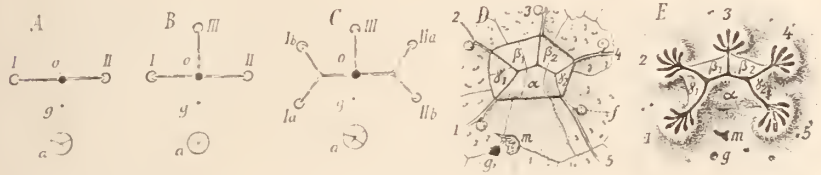



Fig. 260. Entwicklung der Ambulakren und der Munddecke bei *Cystideen*. *A—C* schematisch. *D Glyptosphaerites*, *E Archegocystis*. *o* Mund; *a* After; *g* Genitalporus; *m* Madreporit. Reihenfolge der Ambulakren *I* u. *II*, *III*, *Ia* u. *IIa*. *α*, *β*, *γ* Munddeckschilder. *1—5* Bezeichnung der Radien.

Häufig beschränkt sich das Wachstum der Hauptstämme auf die nächste Umgebung der Mundlücke und es findet nur eine wiederholte, oft ungleichartige Abzweigung kurzer Äste statt, was abwechselnd und stets derart geschieht, daß in jedem einzelnen Stamme erst links, dann rechts ein Zweig gebildet wird (*Df*, *E*). Bei beschränktem Wachstum umstehen die am Ende der Äste befindlichen Anhänge kranzförmig den Scheitel wie die Arme der *Crinoiden* — krinoides Wachstum (*E*). Oft aber wachsen die Hauptstämme rasch auf dem Kelch weiter gegen die Unterseite zu (*D*) und geben dabei abwechselnd entfernt oder gedrängt stehende kurze Zweige (*f*) ab — echinoides W.; sie können auch auf halbem Wege zum Stiel geschlossen endigen, wobei sich die Zweige oft seitlich verlängern — blastoides W. (276); fehlen dabei die Gelenkflächen für die Anhänge — asteroides W. (264 *A*).

Am Ende der Amb. Furchen und ihrer Äste werden gewöhnlich Gelenkflächen (*Df*) sichtbar, an denen (nur selten erhaltene) bewegliche, gegliederte, unverzweigte Anhänge sitzen — Finger (Brachiolen — 268 *A*). Diese bestehen aus 2 Reihen abwechselnd gestellter Kalkglieder auf der äußeren (Dorsal-) Seite, während die Ventralseite mit ebenfalls 2 Reihen kleiner, abwechselnder Saumplättchen bedeckt ist.

Das Verhältnis der Ambulakren und Finger zum Kelch ist bei stärkerer Ausdehnung der Amb. insofern verschieden, als entweder die Ambulakren und ihre Zweige nur durch Furchen in den Kelchtafeln angedeutet sind und die Fingergelenke einzeln oder zu mehreren einer Kelchtafel unmittelbar aufsitzen (260 *D*), oder als die Amb. sich mit 2 Reihen abwechselnder Platten — Subambulakraltafeln, den Fingergliedern entsprechend) auf die Kelchtafeln auflegen und die Finger auf diesen gelenken (272 *Ct*), wobei sich an der Gelenkstelle oft noch je eine kleine Nebenplatte abspaltet. Die Amb. können sich aber auch mit ihrer dorsalen Tafelunterlage zwischen die Kelchplatten einschieben. In allen Fällen scheint die Flimmerfurche mit 2 oder 4 Reihen Saum- oder Deckplättchen belegt gewesen zu sein, die am

Scheitel (Munddecke — 263 $C\ o_1 — o_3$) oder auch auf den Amb. zu größeren und bestimmt geordneten Platten verschmelzen können.

**Kelchporen** (261, 262). Bei den meisten *Cyst.* findet sich eine eigenartige Struktur der Kelchtafeln. Diese werden senkrecht zur Oberfläche von Porenkanälen ($k$) durchbohrt, die nur bei einigen Formen als gegabelte (273 $C$), sonst immer als einfache zylindrische Röhren (261 $Ck$, 262 $Ek$ auftreten. Sie sind ursprünglich wohl über alle Platten gesetzlos verteilt, verschwinden aber allmählich und erhalten eine bestimmte Anordnung

a) dadurch, daß je 2 oberflächlich in einer ovalen, meist umwallten Grube, Höfchen ($Ch$) vereinigt werden (261 $B, C$) — Doppelporen (*Diploporen*). Es können aber auch 3 ($D$) oder mehr (273 $D$) durch Höfchen verknüpft erscheinen.

b) Diese ordnen sich bald nur z. T. ($D$), bald alle ($A$) senkrecht zu den Tafelnähten ($n$), mithin in die Spannrichtungen der Tafeln ein und bilden so Systeme von der Form einer Halbraute ($Al$, $Dl$), wobei eine Diagonale der Raute von den Tafelnähten gebildet wird. Zuweilen wird auch eine Doppelpore durch die Naht halbiert, so daß die beiden Kanäle auf verschiedene Tafeln zu liegen kommen ($Ax$).

c) Dieses tritt gesetzmäßig bei den Rautenporen (*Dichoporen*) ein. Hier sind zuweilen eine Anzahl von Kanälen symmetrisch zur Naht in gerade Linie vereinigt (262 $B, C, D$), münden auf einer gemeinsamen erhabenen Leiste (262 $B$)

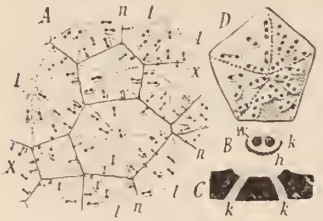



Fig. 261. *A—D* Doppelporen. *A* Verteilung der Doppelporen auf den Kelchtafeln von *Glyptosphaerites Leuchtenbergi* Ang. Die punktierten Doppellinien (*l*) sind eingetragen, um zu zeigen, daß die Porenpaare sich zu Rauteufeldern anordnen. *B* Doppelpore von *Mesocystis* von außen. *C* Längsschnitt durch eine Doppelpore (Skelett schwarz). *D* Kelchplatte von *Protocrinites fragrum* Echw. Vielfach 3 Poren vereinigt; die meisten halb rautenförmig eingeordnet.

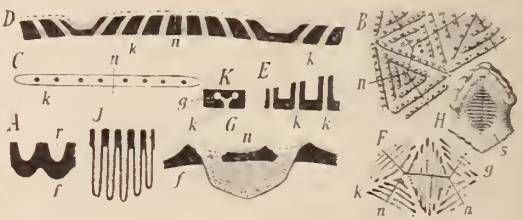



Fig. 262. Rautenporen. *A* Querschnitt durch eine *Crinoiden*-Tafel, | zur Naht, die Tafelrinnen (*r*) und -falten (*f*) zeigend. *B—F Caryocystites*. *B* Porenrauten mit mehrporigen Rautenporen. *C* Eine mehrporige Rautenpore von oben, *D* im Längsschnitt. *E* Querschnitt durch einige Rautenporen. *F* Rautenporen mit Endkanälen und Porengang. *G* Rautenpore im Längsschnitt. *H* Porenraute mit offenen Falten (Porenschlitzen) von oben, *J* im Querschnitt. *K* Bedeckte Rautenpore (*Echinosphaerites*) im Querschnitt.

*n* Tafelnaht; *k* Porenkanal; *f* Porenfalte; *r* Tafelrinne; *g* Porengang; *s* Porenschlitz; *h* Porenhof; *w* Porenwall.

oder in einem Höfchen und bilden sog. Porenrauten. Häufig verschwinden die Kanäle bis auf die äußersten einer Reihe ($Fk$) und diese bleiben außen durch einen offenen Porenschlitz oder durch einen (oder mehrere) von Skelettmasse verdeckten Porengang ($Fg$, $Kg$, innen aber zuweilen durch eine Porenfalte ($Gf$) verbunden, die als abgeplatteter Schlauch in das Innere des Kelches hineinragt ($Gf$, $Jf$). Verschwindet die mittlere Kalkmasse, welche die Porenkanäle trennt, so entstehen ihrer ganzen Länge nach offene Porenfalten ($Hs$, $Jf$) wie sie in abgeschwächter Gestalt auch als Rinnen ($r$ bei

*Crinoiden* (*A*) und in fortgebildeter Form als Hydrospiren bei *Blastoideen* (275 *D*) auftreten.

Doppelporen finden sich meist in Verbindung mit echinoider, Rautenporen dagegen gewöhnlich mit krinoider Ambulakralbildung.

Diese Porenbildungen neigen i. A. bei den *Cyst.* zur Verkümmerung, indem sie einerseits in das Innere der Kelchtafeln zu liegen kommen (*F*, *K*) andrerseits sich immer mehr auf einzelne Tafeln beschränken, was bes. für die Porenrauten gilt (*II*, 268 *D*); diese zerfallen auch vielfach in getrennte Halbrauten.

Wahrscheinlich haben wir es bei den Poren der *Cyst.* mit einem primitiven Respirationssystem zu tun, das ursprünglich allen *Echinodermen* zukam, aber bei den typischen Vertretern sich umwandelte und durch andre Einrichtungen ersetzt wurde.

**Stiel.** Der Kelch ist entweder mit seiner verschmälerten, abgeplatteten oder ausgehöhlten Basis aufgewachsen (selten mit der ganzen Unterseite) oder er verlängert sich in einen ± scharf abgesetzten Stiel nach Art der *Crinoiden* (268 *B*). Er besteht entweder wie bei diesen aus Ringgliedern (die trichterförmig ineinander geschaltet sein können) oder ist zweizeilig gebaut (265). Seine Höhlung ist oft weit und dürfte dann eine Ausstülpung des Eingeweidesacks enthalten haben.

**Bau des Kelches.** Eine vollständig gesetzlose Anordnung zahlreicher, oft ungleich großer Tafeln wird bei vielen Formen beobachtet; bei andern ordnen sich die weniger zahlreichen Tafeln in 3-, 4- oder 5zählige Kränze ± vollkommen ein. Wo ältere Formen mit jüngeren verglichen werden können, zeigt sich, daß mit der Zeit die Plattenzahl ab- und die regelmäßige (5, 3 oder 4zählige) Anordnung zunimmt.

Bei Formen, die ⊥ zur Körperachse mit breiter Grundfläche aufwachsen, verkümmert die Kalkhülle der Unterseite und wird durch weiche Haut ersetzt.

Zuweilen tritt, offenbar bei liegender oder kriechender Lebensweise, eine Abplattung des Kelches ∥ der Körperachse ein (265). Dann sind die Tafeln der platten Unterseite (*us*) verschieden von denen der ± gewölbten Oberseite (*os*), auch wohl beweglich und in Lederhaut eingebettet gewesen. Dabei kann der After auf die Unter- oder Oberseite zu liegen kommen. Der Stiel scheint bei solchen Formen nachgeschleppt worden zu sein.

---

Bei einer Gruppierung der *Cyst.*, unter Verwertung der noch in Veränderung oder im Verschwinden begriffenen Kennzeichen, wie der Kelchporen, der Ausbildung des Amb. Systems u. a. fügen sich die meisten Vertreter zu folgenden Gruppen zusammen:

A. Kelchporen fehlen. Kelch ⊥ oder ∥ zur Körperachse abgeplattet.

a) Kelch ⊥ zur Körperachse abgeplattet, 5strahlig ungestielt. Finger fehlen. **1. Edrioasteroidea.**

b) Kelch ∥ zur Körperachse abgeplattet, 2seitig symmetrisch, mit ein Paar Amb. Anhängen. **2. Carpoidea.**

B. Kelchporen vorhanden. Kelch kuglig, zylindrisch oder knospenförmig, 5 (4 oder 3) strahlig, gestielt oder aufgewachsen. Finger als Anhänge.

a) Kelch aus mehr als 3 Tafelkränzen bestehend. [**Cystoidea** s. st.]

α) Kelch mit Rautenporen, Amb. meist krinoid, selten echinoid. **3. Dichoporita.**

β) Kelch mit Doppelporen, Amb. meist echinoid, selten krinoid. **4. Diploporita.**

b) Kelch aus 3 Tafelkränzen mit gesetzmäßiger Tafelzahl bestehend. Amb. echinoid oder blastoid. **5. Blastoidea.**

Es empfiehlt sich zunächst einige der wichtigsten Typen in dieser Reihenfolge zu betrachten.

## 1. Edrioasteroidea (= *Thecoidea*).

Der Kelch besteht aus einer unbestimmten Zahl regellos verteilter, dichter Platten, die gegeneinander ± beweglich sind und sich oft schuppenartig decken; auf der festgewachsenen Unterseite können sie auch ganz fehlen. Auf der Oberseite (263 *A*) sind der zentrale Mund ($o_1$) und der von einer Klappenpyramide geschlossene After (*a*), gelegentlich ein Madreporit (264 *D m*), sowie vom Munde ausgehend 5 gerade (264 *A*, *am*) oder gebogene (*D*, *am*), asteroide Ambulakren sichtbar. Verzweigungen des Amb. Stammes und Finger fehlen.

Die Amb. erscheinen breit und zwischen die Kelchplatten eingeschaltet (263 *B*). Sie werden von 2 Reihen abwechselnd gestellter, beweglicher Seitenplättchen (*Bap*) und oft von 2 weiteren Reihen kleiner Deckplättchen (*D d*) bedeckt; über dem Munde sind sie gewöhnlich zu größeren (3, 4 oder 5) Munddeckplatten ($C\,o_1$—$_3$) verschmolzen. Die Ambulakren werden von 1- (264 *Cs*) oder 2 reihig (*Es*) angeordneten Subambulakralplatten getragen. Zwischen diesen sind gelegentlich Poren nach Art der Ampullenporen der *Asteroiden* vorhanden (*D*, *E*). Kambrium — Karbon.

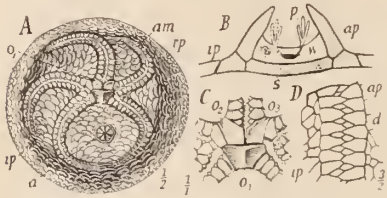


Fig. 263. *Agelacrinus cincinnatensis* F. Rö. U. Silur. Cincinnati, Ohio. *A* Körper von oben. *C* Munddecke. *D* Ein Stück des geschlossenen Amb. *B* Schematischer Querschnitt desselben.

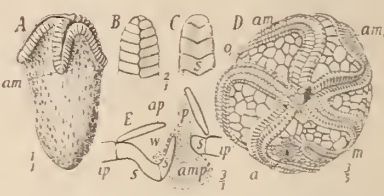


Fig. 264. *A*—*C*. *Cytaster granulatus* Hll. Ebendaher. *A* Körper von der Seite. *B*, *C Hemicystites bellulus* Barr. U. Silur. Böhmen. *B* Ambulakrum mit, *C* ohne Saumplatten. *D*, *E Edrioaster Bigsbyi* Bill. U. Silur. Canada. *D* von oben. *E* Schematischer Querschnitt eines Amb.

$o_1$, $o_2$, $o_3$ Munddecke; *a* After; *m* Madreporit; *rp* Randplatten; *ip I A* Platten; *am* Ambulakren. $am_1$ dieselben unbedeckt; *s* subambulakrale Platten; *ap* ambulakrale Saumplatten; *d* Deckplättchen; *w* radiäres Wassergefäß; *p* Füßchen oder Tentakel; *amp* Ampulle.

Der Form nach stehen den übrigen *Cystidea* am nächsten Gattungen wie **Cytaster** Hll. (264 *A*) mit sackförmigem Körper, schmaler Anheftstelle und geraden, nur von Saumplatten bedeckten Amb. Breit aufsitzende, ± platte Formen der verwandten Gattung *Hemicystites* führen zu

**Agelacrinus** Vnx. (263), dessen Kelchplatten (*i p*) sich schuppenartig decken, am Rande eng gestellt und kleiner werden (*A r p*). Die Amb. sind hier spiral nach rechts oder links gedreht; zuweilen krümmen sich 2 gegeneinander um den Analinterradius (*Aa*) herum. Außer Ambulakralplatten (*a p*) sind kleine Deckplättchen vorhanden (*D d*). Der Unterseite fehlen die Tafeln. Davon unterscheidet sich

**Edrioaster** Bill. (264 *D, E*) durch das Übergreifen der Amb. auf die nur mit schmaler Ansatzstelle befestigte Unterseite, sowie bes. durch die Beschaffenheit der Subamb. Platten, zwischen denen schlitzartige Löcher frei bleiben (*D a m*$_1$); daraus ergibt sich, daß vom Wassergefäß (*E w*) aus Ampullen (*a m p*) zwischen den Subamb. Tafeln in das Kelchinnere traten und von diesen die Füßchen (*p*) ausgingen, eine Organisation, wie man sie nur von *Asteroiden* kennt.

Man hat *Ed.* vereinzelt im Kambrium (*Stromatocystis*), relativ häufig und in weiter Verbreitung (N. Amerika, Europa) im Unt. Silur, die Gattung *Agelacrinus* auch noch im Devon und Karbon gefunden.

## 2. Carpoidea (= *Carp. heterostela* Jaek.).

Kelch unregelmäßig, nie 5strahlig gebaut, zusammengedrückt; Rücken gewölbt, von der flacheren Bauchseite verschieden. Ein 2zeiliger, aber wohl meist geschleppter Stiel entwickelt. Amb. in der 2 Zahl, oft ohne Skelett. Kambrium, Silur und Devon.

Diese Formen fallen durch platte, 2seitig symmetrische Gestalt und die Unscheinbarkeit der Ambulakralanhänge auf. Im Kambrium M- und S Europas ist

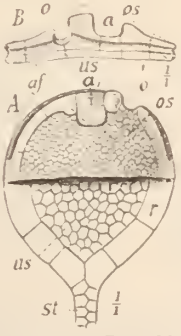



Fig. 265. *Trochocystites bohemicus* Barr. M. Kambrium. Tejrovic, Böhmen. *A* Schematisierte Darstellung der feingetäfelten Rückenseite (*os*); untere Hälfte aufgebrochen, um die aus größeren Tafeln gebildete Bauchseite (*us*) zu zeigen. *B* Ansicht von vorn. *st* Stiel; *r* Randplatten; *o* Mund; *a* After: $a_1$ Afterklappe; *af* Furchen für die Ambulakren.

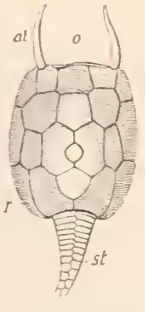



Fig. 266. *Placocystites Forbesii* d. K. Ob. Silur. England. Ansicht der Rückenseite. *o* Lage des Mundes; *at* Amb.-Träger; *st* Stiel; *r* Randplatten.

**Trochocystites** Barr. (265) verbreitet. Wenige größere Randplatten (*r*) umgürten den plankonvexen Kelch und verbinden Ober- und Unterseite. Oberseite (*os*) mit zahlreichen kleineren, Unterseite (*us*) mit weniger zahlreichen,

größeren Täfelchen. Vom etwas exzentrischen Mund (*o*) aus laufen 2 Amb. (*af*) an den Seiten ein Stück weit hinab. After (*a* zentral, von einer Klappe ($a_1$) geschlossen.

Im Silur und Devon kommen ferner Formen vor, deren Kelch aus relativ großen, starren Platten besteht (*Anomalocystidae*), und die jederseits vom Munde entfernt 1 ungegliederten Amb. Träger (266 *at*) besitzen, wie

**Placocystites** d. K. (266) mit vorn breit abgestutztem Kelch und zugeschärften Randplatten (*r*). Die Platten auf der Oberseite vollständig, auf der großgetäfelten Unterseite nicht ganz symmetrisch verteilt, mit queren Wellenlinien verziert, die noch ± deutlich in den ursprünglichen Spannrichtungen der Platten verlaufen. After wahrscheinlich neben dem Munde. Silur.

## 3. Dichoporita.

Sehr mannigfaltig gestaltete, i. A. kuglige, eiförmige oder verlängerte, selten platte Kelche mit krinoiden, seltener echinoiden, ausnahmsweise auch blastoiden Amb., die aber nie dem Kelche direkt aufliegen, sondern von bes. subambulakralen Tafeln unterlagert sind. Silur und Devon.

Die primitivsten Formen werden durch

**Echinosphaerites** Wahlb. (267) u. Verw. dargestellt. Der kuglige, ungestielte oder kurzgestielte Kelch besteht aus zahlreichen, ungleichartigen, ungeordneten Platten, die fast alle mit Rautenporen versehen sind. Diese bilden regelmäßige Rauten (*D*), deren Poren (ohne Innenfalten) durch 2 oder 3 verdeckte Porengänge verbunden werden (262 *Kg*), so daß sie erst bei abgeriebener Oberfläche zu Tage treten (267 *D*). Amb. 2, 3 (*B*), 4 oder 5, krinoid,

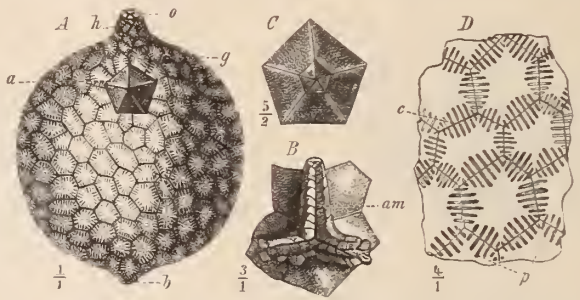



Fig. 267. *A—D Echinosphaerites aurantium* His. sp. U. Silur (Echinosphäritenkalk). Pulkowa bei Petersburg. *A* Körper von der Seite mit kurzer Anheftungsstelle (*b*), halsartig verlängertem (*h*) Mund (*o*), Klappenpyramide der Afteröffnung (*a*) und Genitalöffnung (*g*). *B* Mundfeld von oben mit getäfelten Ambulakralfurchen (*am*). *C* Afterpyramide. *D* einige Kelchtafeln (abgewittert) mit Porenrauten (*p*); *c* Tafelnähte. (Vergl. Fig. 262 *K*).

mit je einem längeren Finger. Afterpyramide groß (*A a*, *C*). Dies ist die bekannteste und häufigste *Cystidee*, bes. im U. Silur Schwedens und der Ostseeprovinzen (Krystalläpfel), aber auch in Böhmen verbreitet. Häufig im norddeutschen Diluvium. Verwandte Formen wie *Caryocystis* v. B. mit leistenartig vortretenden Rautenporen (262 *B*) und weniger Kelchtafeln in ähnlicher Verbreitung.

**Regularia.** Bei Formen mit wenig Kelchtafeln bildet sich der 5strahlige Bau meist ± regelmäßig heraus, die Porenrauten beschränken sich auf einige Kelchtafeln und der Stiel verlängert sich.

**Echinoëncrinus** v. Mey. (268). Der Kelch ist oben abgestutzt und trägt auf dem verbreiteten Mundfelde 5 — 10 Finger (*A*, *C*). Auf einen 4teiligen Basalkranze (*Dc*) folgen 3 fünfteilige Plattenkränze (*D* I — III), einem 5. ruhen die Arme auf. After (*a*) seitlich zwischen I und II. Porenrauten reduziert, mit wenig Poren (*B h*, *h'*), aber alle Kelchtafeln mit gitterartiger Skulptur. Der Stiel endigt unten in einer Haftscheibe. Diese und verwandte Formen sind im U. Silur, z. T. auch im Ob. Silur verbreitet. Unter diesen ist

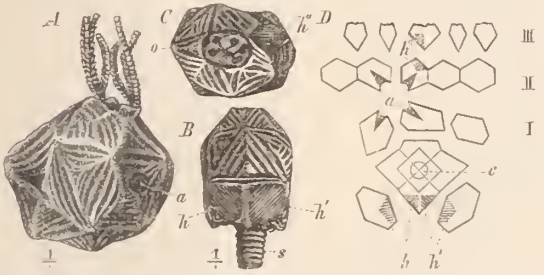



Fig. 268. *A—D Echinoëncrinus*. *A E. granatum* Volb. U. Silur. St. Petersburg. Kelch mit Fingern. *B, C E. angulosus* Pand. sp. Ebendaher. *B* von vorn. *C* von oben. *D* zerlegter Kelch. *c* Basalkranz; *I*, *II*, *III* die 3 folgenden Tafelkränze; *h*, *h'*, *h''* Porenrauten; *o* Mund; *a* After; *s* Stiel.

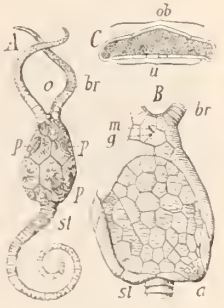



Fig. 269. *Pleurocystites filitextus* Bill. U. Silur. Canada. *A* Restaurierte Rückenansicht. *B* Kelch von unten; *C* Querschnitt. *st* Stiel; *br* Finger; *o* Mund; *m* Madreporit; *g* Genitalpore; *a* After; *p* Porenrauten; *ob* Ober-, *u* Unterseite.

**Pleurocystites** Bill. (269) durch seine abgeplattete, an die *Carpoideen* erinnernde Form bemerkenswert. Die großen Platten (mit 3 Porenrauten *A p*), welche die gewölbte Oberseite zusammensetzen und z. T. auf die Unterseite umbiegen, ordnen sich, wenn auch verschoben, in die normalen 4 Tafelkränze ein. Die Unterseite (*B*) aber besteht aus zahlreichen, locker verbundenen und leicht ausfallenden Plättchen. Der After (*B a*) ist an den Hinterrand geschoben. Zwei lange, starke Finger gehen vom Munde aus, in dessen Nähe auf der Unterseite Genitalporen und Madreporit angedeutet. Der lange, hohle Stiel wurde wohl nachgeschleppt. N. Amerika, Schottland.

Echinoide Ambulakren, die mit gesonderten Tafeln auf dem Kelche ruhen, sind bei den

**Callocystidae** entwickelt. Es sind 2, 4 oder 5 schmale, zuweilen gegabelte Radien entwickelt, die zahlreiche Finger tragen. Porenrauten reduziert. Unter- und Obersilur.

Eines der seltenen Beispiele, an denen die Veränderungen innerhalb einer genetischen Reihe genau verfolgt werden können, bieten die zu den *Crinoiden* führenden **Caryocrinidae** (270).

**Hemicosmites** v. B. (*E*—*G*) aus dem U. Silur N. Europas besitzt einen ei- bis becherförmigen, kurzgestielten Kelch aus 4 Tafelkränzen (*G*): I aus 4, II aus 6, III und IV aus je 9 Platten. Die Amb. sind 3teilig (*F i*) mit wenigen, ungleich entwickelten Fingern (*E*). Die Munddecke ($F o_1$) ist aus kleinen Täfelchen zusammengesetzt. Der After ($a_1$) liegt im II Kranze. Durch Zwischenformen (Frankreich, Spanien) ist damit der obersilurische

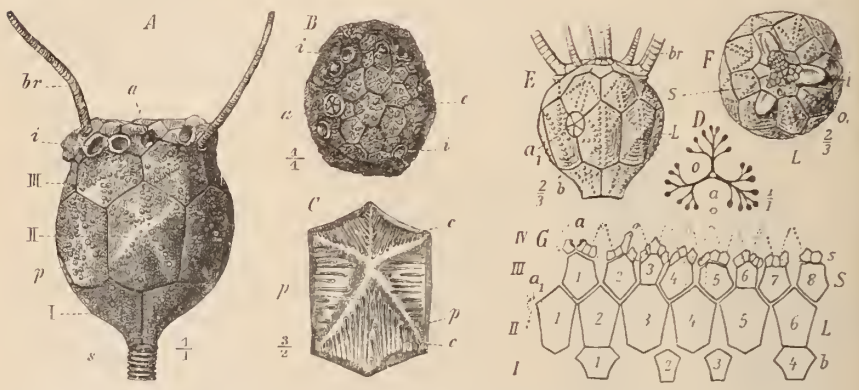



Fig. 270. *A*—*C Caryocrinus ornatus* Say. Ob. Silur. Lockport, N.-Y. *A* Kelch mit Stiel (*s*) und teilweise erhaltenen Armen. *B* Ansicht der Kelchdecke. *c* zentrale Scheitelplatte. *C* Eine Tafel des 2. Kranzes von innen, mit Rautenporen (*p*) und Innenfalten (*c*). *D* Verlauf der Ambulakren unter der Kelchdecke. *E*, *F Hemicosmites pyriformis* v. B. U. Silur. Ostseeprovinzen. *E* Kelch von der Seite, *F* von oben. *G* Kelchschema von *Hemicosmites* und *Caryocrinus* zur Deckung gebracht. Punktierte Linien bezeichnen die später verschwundenen oder zerstückelten Platten von *Hemicosm.* *I*, *b* erster od. Basalkranz; *II*, *L* zweiter, *III*, *S* dritter, *IV*, *s* vierter Tafelkranz; $a_1$ After von *Hem.*, *a* von *Caryocr.*; *o* Mund; $o_1$ Munddeckplatten; *br* Arme; *i* deren Ansatzstellen; *p* Poren.

**Caryocrinus** Say (*A*—*D*) aus N. Amerika verknüpft. Die Amb. haben sich auf dem abgestutzten Kelch ausgebreitet und reichlich vergabelt (*D*), die Zahl der Finger ist vermehrt (9, 13 oder mehr) aber wechselnd, ihre Länge hat zugenommen (*A*). Eine feste Munddecke aus großen Tafeln ist entstanden, die Mund und Amb. verdeckt und den hinaufgerückten After (*B a*, *G a*) einschließt, wie bei *cameraten Crinoiden* (241 *B*, 242 *B*). Aus dem III Tafelkranze ist die 9. Tafel verschwunden (*G III*); die Tafeln des IV liegen unter den Armansätzen zerstückelt (*G IV*). Die Porenbildung ist für beide Gattungen gleich bezeichnend. Die Porenrauten sind ± unvollständig; die Poren außen von siebartig durchbrochenen Kalkkappen bedeckt (*A p*), innen durch Falten verbunden (*C c*).

*Car.* nähert sich durch den scharf abgesetzten Stiel, die im Kreise angeordneten, wohl entwickelten (? mit Fiedern versehenen) Finger, durch die Kelchdecke, das Fehlen des Genitalporus und den Bau der Kränze I und II erheblich den *Crinoiden*. Denkt man sich die 2 seitlichen Ambulakren (*D*) gespalten, so daß 5 Hauptstämme entstehen, die überzähligen Finger verschwinden und die bleibenden 10 zu Armen fortgebildet, die den III Kranz zerteilen und unter sich zerdrücken und mit den zerdrückten Tafeln auf dem II gelenken, so entsteht *Hexacrinus* (S. 174) mit der großen Anal.- Tafel im Radialkranze und seinen charakteristischen Verzierungen.

## 4. Diploporita.

Die *Dipl.* besitzen einen ± kugligen Kelch mit reifenförmigen, (seltener krinoiden) Amb., deren Rinnen und zahlreiche Finger meist nicht auf eigenen Platten, sondern unmittelbar auf den Kelchtafeln ruhen. Stiel oft schwach entwickelt, im Alter zuweilen verschwindend. Unt. und Ob. Silur.

Von Formen mit wenig entwickelten Amb. wäre **Sphaeronites** His. zu nennen. Der eiförmige Kelch besteht aus zahlreichen, regellos gestellten, dicken Platten mit nur vereinzelt in die Spannrichtungen eingestellten offenen Doppelporen. 10 oder 15 Finger, die den Mund im engen Kreise umstehen. Mit mehreren verwandten Gattungen, wie *Calix* im Unt. Silur.

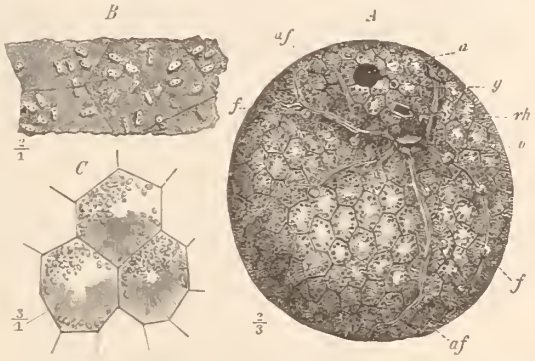



Fig. 271. *A—C Glyptosphaerites Leuchtenbergi* Volb. U. Silur. St. Petersburg. *A* Körper etwas von der Seite und von oben gesehen. *o* Mund; *a* After; *af* Ambulakralfurchen; *f* Fingergelenke; *g* Genitalöffnung; *rh* Madreporit. *B, C* Einzelne Tafeln. NB. Die Vergrößerungszahlen von *B* und *C* zu vertauschen. (Vergl. Fig. 261 *A*, S. 190).

**Glyptosphaerites** J. M. (271) besitzt zwar auch sehr zahlreiche und gesetzlos angeordnete, aber dünne Tafeln, und die Poren sind vielfach spärlich verteilt und zumeist in die Spannrichtungen eingereiht (261 *A*). 5 einfache oder verzweigte enge Amb. Furchen (271 *A af*) überziehen den apfelförmigen Kelch und geben spärliche Seitenäste mit deutlichen Fingergelenken (*f*) ab. After (*a*), Genitalporus (*y*) und rhombischer Madreporit (*rh*) vorhanden. Große Munddeckplatten (*o*) entwickelt. U. Silur, N. Europa.

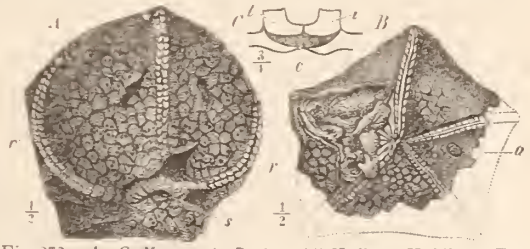



Fig. 272. *A—C Mesocystis Pusirewskii* Hoffm. U. Silur. Rußland. *A* von der Seite und unten gesehen. *s* Anheftungsstelle; *r* Radien (Ambulakren). *B* von oben. *a* After. *C* Querschnitt durch ein Ambulakrum. *t* Subambulakralplatten, durch einen Kanal (*c*) von den Kelchplatten getrennt.

**Mesocystis** Bath. (272) repräsentiert den Typus der Formen mit ausgeprägt echinoidenartigen Amb., die bis gegen den Stiel hinunterziehen (*A*), zahlreiche Finger erzeugen und auf eigenen Subambulakraltafeln aufruhen (*C t*). Zwischen ihnen und den Kelchtafeln bleibt ein Kanal (*c*). Die interradialen Tafeln mit

zahlreichen, meist radial eingespannten Doppelporen. Amb. Rinne von Plättchen bedeckt. Unt. Silur, Rußland.

---

Eine abweichende Gruppe bilden die *Aristocystidae*, durch

**Aristocystites** Barr. (273 *A—C*) im U. Silur (Böhmen) vertreten. Der aufgewachsene birnenförmige Kelch mit 2 oder 3 Amb. und schwachen Gelenkansätzen (*B f*). Poren z. T. verzweigt (*C*), ihre Höfchen verbreitert, die Porengänge vielfach gewunden und verschmolzen (*D*). Das gleiche Merkmal aber noch in verstärktem Maße zeigt der obersilurische (N. Amerika)

**Trematocystis** Jaek. (273 *D*), der viel weniger Platten und 4 starke Finger an den Ecken der rhombischen Mundöffnung besitzt und dadurch *Crinoiden*-Habitus erhält.

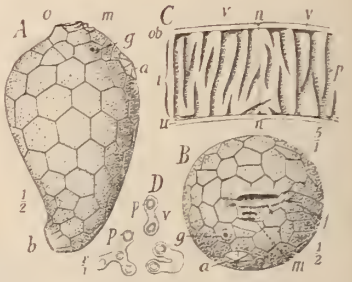



Fig. 273. *Aristocystites bohemicus* Barr. U. Silur. Böhmen. *A* Etwas schematisierter Kelch von der Seite, *B* von oben. *C* Querschnitt durch 2 Kelchplatten. *D Trematocystis.* Poren von außen. *b* Anheftstelle; *o* Mund mit angedeuteten Gelenkansätzen (*f*); *m* Madreporit; *g* Genitalpore; *a* After; *n* Naht zwischen 2 Kelchplatten; *u* untere, *i* mittlere, *ob* obere Tafellage; *p* Poren; *v* Verbindungsröhren zwischen ihnen.

## 5. Blastoidea. Knospenstrahler.

Der Kelch der typischen *Bl.* besteht aus 3 Tafelkränzen (276): einem 3zähligen Basal- (*Eb*), einem 5zähligen Radial- (*Er*) und einem 5zähligen Interradial- oder *D*(eltoid)kranze (*Eir*). Ferner sind 10 verlängerte, interradiale Gruppen von Porenfalten (Hydrospiren) entwickelt, die eine gesetzmäßige Lage zu den *R* und *D* Tafeln einnehmen, indem sie i. A. || zu den Amb. verlaufen. Silur — Karbon.

Es gibt sowohl unter den untersilurischen *Diploporita* als unter den *Dichoporita* Formen, die sich teils durch die Ausbildung der Amb., teils durch die Zusammensetzung des Kelches den *Blastoideen* habituell nähern, bes. aber zeigt die Gattung *Cystoblastus* eine seitliche Verwachsung der Innenfalten der in Viertel zerfallenen Porenrauten, so daß derartige Übergangsformen als *Protoblastoidea* zwischen *Cystideen* und *Eublastoidea* gestellt werden. Die vom Silur — Karbon reichende Gattung

**Codaster** M'Coy (274) stellt schon einen einfach gebauten Vertreter des *Eublastoideen*-Typus dar. Der oben abgestutzte Kelch (*B*) ist normal blastoid gebaut; seinen Seiten fehlen Porenbildungen gänzlich, aber auf dem Scheitel (*A*) finden sich, die Nähte zwischen den gabelig ausgeschnittenen Radialtafeln (*st*) und den rautenförmigen Deltoidtafeln (*dt*) überquerend, in 4 Interradien Systeme von langen, offenen Porenfalten (Hydrospiren — *Ah*), die den Amb. (*ps*) parallel liegen und nur 4 keilförmige Stellen (*k*) frei lassen. Der 5. Interradius enthält den After (*a*), aber keine Hydrosp. Vom Munde (*o*) gehen sternförmig 5 gleiche Amb. (*ps*) aus, die auf die Oberseite beschränkt, in den

Gabelausschnitten der *R* (*s t*) endigen. Die Unterlage des Amb. wird hier wie bei allen *Bl.* durch eine einfache, von einem Kanal der Länge nach durchbohrte Lanzettafel (275 *D l*) gebildet. Auf dieser liegen randlich jederseits abwechselnd 2 Reihen kleiner Tafeln, die Seitenplatten (275 *Dpl*) und die äußeren Seitenplatten (275 *apl*), zwischen denen die Seitenzweige der Amb. an kleinen Fingergelenken endigen.

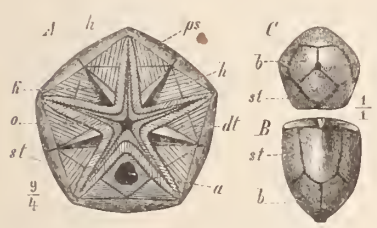



Fig. 274. *Codaster trilobatus* M'Coy. Unt. Karbon. England. *A* Kelch von oben. o Mund; *a* After; *ps* Ambulakrum; *st* Seitentafeln (Radialia); *dt* Deltoidtafeln (Interradialia), 4 derselben mit einem Hydrospirenpaar (*h*) und mit kantigen, undurchbohrten Strahlen (*k*) versehen. *B* Kelch von unten. *C* von der Seite. *b* Basalia.

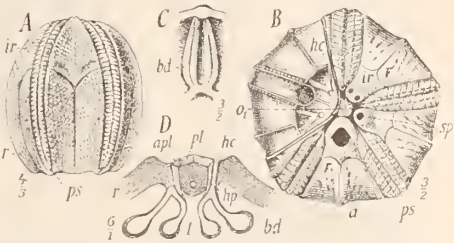



Fig. 275. *Orbitremites (Granatocrinus) Norwoodi* Ow. & Sh. Unt. Karbon. N. Amerika. *A* Kelch von der Seite, *B* von oben (linkes Drittel als Steinkern). *C* Kelchinneres mit 2 Paar Hydrospiren. *D* Querschnitt durch ein Ambulakrum mit den Hydrospirensäcken.
*r* Radialia; *ir* Deltoidtafel; $o_1$ Scheitelplatten, den Mund verdeckend; *sp* Spirakel (oben rechts doppelt); *ps* Ambulakren; *pl* Seitenplatten; *apl* äußere Seitenplatten; *l* Lanzettafel mit Kanal; *bd* Hydrospiren; *hc* Hydrospirenkanal; *hp* Hydrospirenplatte.

Bei den meisten übrigen *Blast.* münden die Hydrospirenfalten nicht frei an der Oberfläche, sondern sind wie bes. bei der Hauptgattung

**Pentremites** Say. u. Verw. (276) zusammengedrängt, unter die Lanzettafel und die Seitenplatten untergeschoben, und bilden hängende Hydrospirensäcke (276 *F bs*, *K bd*), so daß sich ihre Öffnungen oben in einem gemeinsamen Hydrospirenkanale (Spirakel (275 *D hc*) vereinigen; dieser läuft verdeckt neben dem Amb. entlang bis an das obere Ende der *D*-Tafeln, wo die 2 Kanäle eines Interradius getrennt (275 *B ir*) oder vereinigt (276 *Fo*) in Spirakelöffnungen münden. Die äußeren Seitenplatten sind über die Hydrosp. Kanäle geschoben und lassen zwischen sich nur eine Reihe von Poren frei, durch die Wasser in die Hydrospiren Zutritt findet (276 *J*). Die Amb. endigen mit ihren zahlreichen seitlichen Verzweigungen an Fingern (*Cp*), die, wie es scheint, von denen der *Cyst.* nicht verschieden sind. Die Amb. sind mit beweglichen Deckplättchen versehen. Über dem Munde, den Spirakelöffnungen und dem zwischen 2 Spirakeln mündenden After findet sich eine Bedeckung aus größeren Tafeln (*G*). *Pentr.* und nahe verwandte Formen finden sich vom Silur — Karbon, wo *Pentremites* selbst in N. Amerika häufig vorkommt.

Einen andren, durch echinoiden Habitus bezeichneten Typus stellen

**Orbitremites** Aust. [= *Granatocrinus*] (275) und **Nucleocrinus** Conr. dar. Hier sind die *B* des eiförmigen Kelches meist sehr klein, die *R*, zuweilen auch die *D* stark vergrößert; der Scheitel ist abgerundet, die Amb. schmal. Körner bedecken häufig die Oberfläche (*A*). Wenige, tief herabhängende

Hydrospirenfalten (*Dbd*) vorhanden. Die Munddecke besteht zuweilen aus einer Anzahl fest vereinigter Platten, die eine ähnliche Anordnung wie im Scheitelschilde der *Salenidae* (S. 149) erkennen lassen. Vom Silur — Karbon verbreitet.

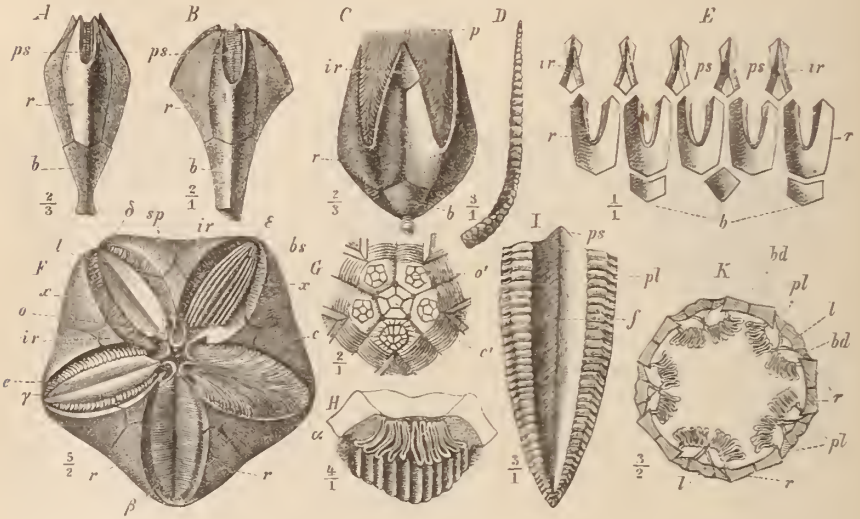



Fig. 276. *Pentremites* und Verw. *A Troostocrinus Reinwardtii* Troost. sp. Ob. Silur. Tennessee. *B Pentremitidea Eifeliensis* F. Rö. sp. M. Devon. Eifel. *C, D, I, K Pentremites sulcatus* F. Rö. Unt. Karbon. N. Amerika. *E, F P. Godoni* Dfr. sp., *G, H P. conoideus* Hall. Ebendaher. *A—C* Kelche von der Seite. *b* Basalia; *r* Radialia; *ir* Deltoidtafeln; *ps* Ambulakra; *p* Finger. *D* ein einzelner Finger. *E* zerlegter Kelch. Die mittlere *R*-Tafel ist die vordere unpaare. *F* Kelchansicht von oben. *c* Mund; *o* Spirakel; *α—ε* Ambulakren; *α* mit Fingern; *β* ohne Finger, das quergestreifte, *γ* das angewitterte (glatte) Lanzettstück (*e*) zeigend, von den Seitentafeln begrenzt; *δ* Lanzettstück (*l*) allein und die abgeschrägten Seitenränder der Kelchtafeln (*x*) sichtbar; *sp* Spitze des Lanzettstückes; *ε* Lanzettstück und Seitentafeln entfernt, so daß die Hydrospirenfalten (*bs*) sichtbar werden. *G* Scheitel mit den Deckplatten der Spirakel (*o'*) und des Mundes (*c'*). *H* ein Hydrospirenpaar im Querschnitt. *I* Lanzettstück mit Mittelfurche (*f*), Querstreifung auf der linken Hälfte und mit den Seiten- (*pl*) und äußeren Seitenplatten, zwischen denen die Poren; *ps* Spitze des Lanzettstückes. *K* Horizontalschnitt durch einen Kelch, um die Lage der Hydrospiren (*bd*) unter dem Lanzettstück (*l*) und den Seitenplatten (*pl*) zu zeigen; *r* Radialplatten.

## Die Bedeutung der Cystoidea.

Die *Cyst.* werden verschieden gedeutet und bewertet. Einerseits erblickt man in ihnen ausgestorbene und degenerierte Formen, i. Bes. der *Crinoiden*, und spricht ihnen damit fast jede Bedeutung für die Stammesgeschichte der *Echinodermen* ab. Manche Forscher sind der Ansicht, daß sich *Crinoiden* und *Blastoideen* aus einem Teile der *Cyst.* entwickelt haben. Wieder andre halten sie für Übergangsformen zu allen Ordnungen. Denkt man sich die verschiedenen, jetzt scharf getrennten Ordnungen der *Echinod.*, die schon sämtlich aus dem U. Silur bekannt sind, nur ein einziges Mal in vorsilurischer Zeit entstanden, so können die bis ins Karbon reichenden *Cyst.* nicht als ihre Vorläufer gedeutet werden. Wenn man sie aber als zu wiederholten Malen aus *Cystoideen*-artigen Formen hervorgegangen auffaßt und den *Cyst.* noch eine hinreichende Fähigkeit zur Umwandlung zutraut, so wird man diese auf ihre

genetischen Beziehungen zu allen Klassen zu prüfen haben. Dann würden die *Edrioasteroidea* als Übergangsformen zu den *Stelleroidea* zu deuten und als **Cystostelleroidea** zu benennen sein. Die zur Körperachse abgeplatteten Formen, gleichgültig ob den *Carpoideen* oder *Dichoporiten* zugehörig, würden als noch reichlich skelettierte Vorläufer der *Holothurien* angesehen und als **Cystoholothurioidea** bezeichnet werden können. Ein großer Teil der *Dichoporiten* und einige *Diploporiten* von ausgesprochen krinoidem Habitus, i. Bes. die *Caryocriniden* wären als **Cystocrinoidea** zusammen zu fassen. Die *Cyst.* mit echinoidem Habitus können sowohl zu den echinoiden *Blastoideen*, wie zu den *Echinoideen* direkt hinleiten. Die Entscheidung darüber tritt aber zurück hinter der Möglichkeit, daß auch die *Blastoideen* allgemein zu den *Echinoideen* hinführen. Das wird zwar zumeist geleugnet. Allein aus den jetzt bekannten paläozoischen *Echinoideen* lassen sich wohl die *Regularia* z. gr. T., aber weder die *Irregularia* noch *Saleniden* und *Acrosaleniden* ableiten. Es ist daher durchaus nicht unwahrscheinlich, daß die *Blastoideen* ein Durchgangsstadium für den größten Teil der *Echinoideen* bilden. Sie wären dann zweckmäßigerweise unter Einschluß der etwa direkt zu den *Echinoideen* führenden *Cyst.* als **Cystechinoidea** zu bezeichnen. Der Mund der *Echinoideen* müßte dann an Stelle des Stieles neu gebildet sein. Nur durch Auffindung der noch fast ganz unbekannten permischen und triadischen Vertreter wird die Stammesgeschichte der *Echinoideen* geklärt werden können.

## V. Kreis: Bryozoa (= *Polyzoa*). Moostiere.

Nur wenig große Tiere, die fast ausnahmslos zu festsitzenden, korallenähnlichen Kolonien von sehr mannigfacher Gestalt (baumförmig, knollig, inkrustierend usw.) zusammentreten. Das Einzeltier (277) ist sackförmig bis kuglig, besitzt einen endständigen, von zahlreichen Tentakeln (*t*) umstellten Mund (*o*), Speiserohr (*oe*), Magen (*md*) und Darm (*d*); dieser mündet neben dem Munde in einem After (*a*). Unten und seitlich wird das Tier von einem kalkigen, hornigen oder häutigen Gehäuse, Zelle, fest umschlossen und nur das vordere, die Mundöffnung umgebende Ende ist beweglich und kann mit den Tentakeln eingestülpt werden (*b*).

Da die Tiere eines Stockes durch Knospung auseinander hervorgehen, so

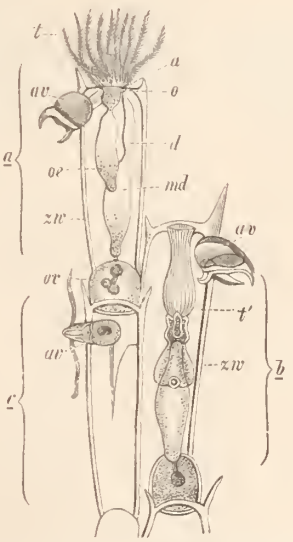



Fig. 277. Eine lebende Bryozoe, *Bugula avicularia* Lmk. *a* u. *b* lebende, *c* eine abgestorbene Zelle; *a* mit ausgestreckten (*t*), *b* mit eingezogenen Tentakeln (*t'*); o Mund; *oe* Speiserohr; *md* Magen; *d* Darm; *a* After; *ov* Eierzelle; *zw* Zellwand; *av* Avicularien.

stehen die Höhlungen der einzelnen Zellen gewöhnlich durch Poren oder Sprossungskanäle miteinander oder mit einem gemeinsamen Kanale in Verbindung. Die Mündung der Zelle kann endständig sein und den gleichen Durchmesser aufweisen wie die Zelle selbst (*Cyclostomata* — 278, 279) oder sie ist enger als diese, meist mit einem beweglichen Deckel versehen und dann gewöhnlich auf die Vorderseite der Zelle gerückt (*Cheilostomata* — (282—285).

Die Mehrzahl der heutigen *Br.* lebt im Meere, nur wenige bewohnen das Süßwasser (diese besitzen nur häutige Zellen). Sie finden sich zumeist gesellig teils in geringen, teils in größeren Meerestiefen. Fossile *Bryozoen* treten vom Unt. Silur ab in allen Formationen häufig auf und bilden gelegentlich riffartige Kalkmassen im kleinen. Die

**Cyclostomata** (278, 279), durch einfache, kalkige Röhrenzellen ohne Querböden und endständige, nicht verengte Mündungen ausgezeichnet, sind vom Unt. Silur bis zur Gegenwart verbreitet.

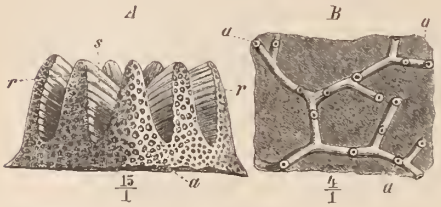



Fig. 278. *A Defrancia diadema* Gf. sp. Oberste Kreide (Danien). Mastricht, Holland. Stock von der Seite. *a* Mündungen der zu radialen Rippen (*r*) vereinigten Zellen; *s* gestreifte Seitenflächen der Rippen. *B Stomatopora ramea* Bl. sp. Ob. Senon. Meudon b. Paris. *a* Zellöffnungen des kriechenden, offen verzweigten Stockes.

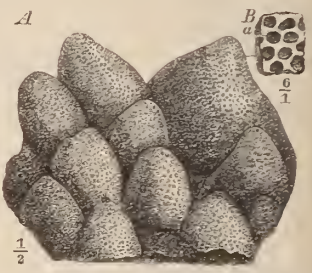



Fig. 279. *Ceriopora irregularis* Mich. sp. Ob. Turon (Hippuritenkreide). Martigues b. Marseille. *A* ein unregelmäßig knolliger Stock. *B* einige Zellmündungen (*a*).

Sie dominieren in typischen Vertretern in paläozoischer und mesozoischer Zeit, wie die vom Silur bis zur Gegenwart reichenden Gattungen

*Stomatopora* Dfr. (278 *B*) mit kriechenden, offen verzweigten Stöcken, und

*Ceriopora* Gf. (279), knollige, lappige oder verzweigte Stöcke bildend, oder die zierlich strahlig gebauten Stöcke der vom Jura an bekannten

*Defrancia* (278 *A*). Von den *Cyclostomen* im engeren Sinne unterscheidet man die namentlich paläozoisch außerordentlich häufigen

**Cryptostomata** (280, 281). Ihre äußere Mündung ist rundlich wie bei den *Cyclost.*, aber diese führt nur zu einem oft röhrig hervorragenden Vorraum, welcher nach rückwärts von der eigentlichen, gewöhnlich kurzen Zelle durch eine unvollkommene Scheidewand, Halbseptum, getrennt wird.

Besonders häufig und wichtig sind solche Vertreter, deren ästiger oder blattförmiger Stock nur auf einer Seite Zellen trägt, wie die der fächer- bis trichterförmigen Gattung

*Fenestella* Lonsd. (282 *A*, *B*), vom Silur — Perm verbreitet, und die aus einem schraubenförmig gerollten Blatt gebildeten

*Archimedes* Les. (280 *C*) aus dem Karbon, und die verzweigte *Acanthocladia* Kng. (281) aus Karbon und Perm.

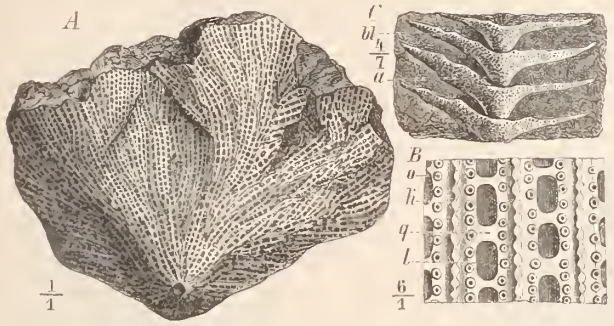



Fig. 280. *A, B Fenestella retiformis* Schl. Ob. Perm (Zechstein). Yorkshire. *A* trichterförmiger Stock von außen. *B* ein Stück der Innenseite mit den durch eine Körnerreihe (*k*) geschiedenen Doppelreihen von Zellmündungen (*o*) auf den Ästen; diese werden durch kurze, zellfreie Querbälkchen (*q*) verbunden und bilden mit ihnen Maschen (*l*). *C Archimedes Wortheni* Hall. Unterkarbon. Illinois. Der Stock besteht aus einem Blatte (*bl*), welches spiral um eine aufrechte Achse (*a*) gewunden ist und nur auf der Innenseite Zellen trägt.

Durch Schwund des Vorraumes und dadurch bedingtes Hervortreten der inneren, verengten Mündung sind aus ihnen wohl die

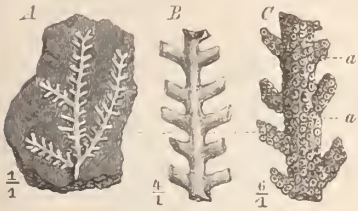



Fig. 281. *Acanthocladia anceps* Schl. sp. Ob. Perm (Zechstein). Pößneck, Thüringen. *A* Stock von der Rückseite. *B* ein Stück desselben von der gestreiften Rückseite. *C* Stück der Vorderseite mit den röhrig verlängerten Zellmündungen (*a*).

Fig. 282. *Membranipora bipunctata* Schafh. Ob. Oligocän. Osnabrück. *r* die verkalkten, vorstehenden Seitenwände; *o* Zellmündungen.

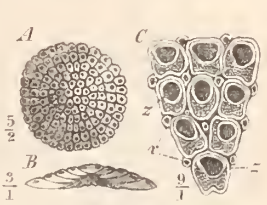



Fig. 283. *A, B Lunulites cretacea* d'Orb. Ob. Senon. Meudon b. Paris. *A* Stock von oben. *B* Querschnitt desselben. *C L. tetragona* Rss. Eocän. Vicentin. Ein Teil der Oberfläche mit den Öffnungen der normalen Zellen (*z*) und den kleineren Vibracularzellen (*v*).

**Cheilostomata** (282—285) hervorgegangen, die fossil vom Jura an bekannt, seit der Tertiärzeit über die *Cyclost.* überwiegen. Sie besitzen im allgemeinen kurze, seitlich aneinander gefügte Zellen von wechselnder, aber fast nie röhriger Gestalt und mit verengter vorderer Mündung. Die Eier reifen zumeist in besonderen kleinen Zellen von rundlicher Form, Ovicellen (284 *ov*), und es finden sich bei ihnen häufig besondere Anhangsorgane, die wie ein Vogelschnabel beweglichen Avicularien (277 *av*) und die peitschenförmigen Vibracularien. Ihr Vorkommen erkennt man bei fossilen an den kleinen Zellen, die sich zwischen und neben den normalen finden (283 *Cv*, 285 *Bav*).

Die Zellen sind zuweilen nur mangelhaft verkalkt, wie bei *Membranipora* Blv. (282), von der Kreide an häufig.

Das Wachstum der gut verkalkten Formen gestaltet sich sehr mannigfaltig, knollig oder ästig wie bei der tertiär und lebend häufigen *Cellepora* Fbr. (285) oder ziemlich flach kegelförmig wie bei *Lunulites* Lk. (Kreide bis Gegenwart — 283) u. a. m.

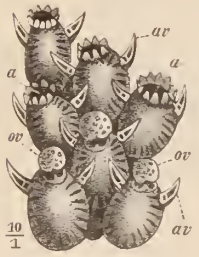



Fig. 284. *Lepralia coccinea* Johnst. Miocän. Ungarn. *a* Zellmündungen; *ov* Ovicellen; *av* Avicularien.

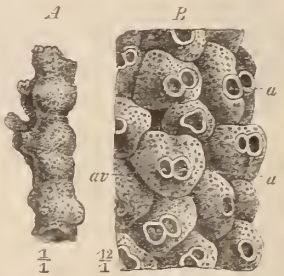



Fig. 285. *A, B Cellepora proteiformis* Rss. Ob. Eocän. Vicentin. *A* ein Stock. *B* vergrößerte Oberfläche desselben, die krugförmigen Zellen mit ihren doppelten Mündungen (*a* Zellmündungen, *av* Mündungen der Avicularzellen) zeigend.

Zu den *Bryozoen* werden von manchen Autoren auch eine große Anzahl sog. *Tabulaten*, i. B. die *Monticuliporiden* (S. 108) gerechnet und als eine vierte Gruppe **Trepostomata** unterschieden.

---

Zumeist werden die *Bryozoa* mit der folgenden Klasse der *Brachiopoda* als *Molluscoidea* zusammengefaßt, weil sie wie diese einen ungegliederten, zweiseitig symmetrischen, unbeweglichen Körper, einen bewimperten Tentakelapparat vor dem Munde und eine ähnliche Entwicklung besitzen. Im übrigen stehen sich aber beide seit dem Silur fremd und abgesondert gegenüber.

## VI. Kreis: Brachiopoda. Armfüfsler.

Ausschließlich marine Tiere. Ihr Körper wird von einer 2klappigen Kalk- oder Hornschale umschlossen, deren Klappen zweiseitig symmetrisch gestaltet, aber in der Regel an Größe verschieden (286, 287) sind, und als größere oder Bauch- [Stiel- (*s*)] und kleinere oder Rückenklappe (*s'*) unterschieden werden. Sie werden von 2 Mantellappen (288 *m*) abgesondert, welche an dem kleinen, hinten gelegenen Eingeweidesack befestigt sind und eine große vordere Höhlung umschließen. In dieser befinden sich 2 große, fleischige, meist spiral und kegelförmig gestaltete Mundarme (*sp*), die zur Atmung dienen und die Nahrung zuführen. Am hinteren Ende des Eingeweidesackes geht ein muskulöser Stiel (*st'*) ab, mit dem das Tier festgeheftet ist. Ein System

sich kreuzender Muskeln (*a*, *d*) dient zum Öffnen und Schließen der Schale.

Die **Schale** wird gewöhnlich derart gestellt, daß das hintere Ende, an welchem der Stiel austritt, nach oben, das vordere, an dem die Schale sich öffnet, nach unten gerichtet ist (286). Dann sieht man die Rückenklappe ganz, von der Bauchklappe nur den überragenden Teil (*a*, *d*, *f*), der sich oft als Schnabel abhebt und dann häufig nach vorn übergebogen ist. Die Linie, längs welcher sich die beiden Klappen berühren, heißt Naht, der untere Teil Stirnnaht, die seitlichen Teile Seitennähte, der obere Teil Schloßnaht, weil hier oft eine schloßartige Verbindung (Angel) zwischen beiden Klappen vorhanden ist.

Der **Stiel**, im Alter zuweilen verkümmernd, tritt entweder zwischen beiden Klappen heraus (293) oder das Stielloch (*foramen* — 286 *f*) ist auf die Bauchklappe beschränkt. Es kann die Schnabelspitze durchbohren (309 *Bf*) oder zwischen ihr und dem Schloßrande liegen (286 *f*). Es befindet sich dann inmitten der Vorderfläche des Schnabels, die häufig als dreieckige oder gerundete ± ebene Fläche, Schloßfeld (*area*), durch Kanten (Arealkanten) von der hinteren Fläche der Bauchklappe abgesetzt erscheint (286 *a*). Eine Area kann in geringerer Ausbildung auch in der Rückenklappe auftreten. Tritt der Stiel zwischen beiden Klappen aus, so erscheint das Schloßfeld nur etwas ausgekehlt (294 *Ad*, *Cd*), andernfalls befindet sich in der Bauchklappe eine Stielöffnung (*delthyrium*), entweder als länglich dreieckiger Spalt oder Schlitz (298 *B dsp'*) oder als rundes Loch (286 *f*). Die ursprüngliche Stielöffnung

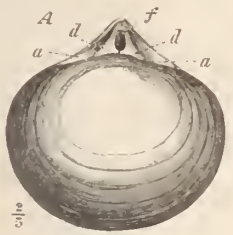



Fig. 286. Eine Brachiopodenschale (*Stringocephalus*) in der gewöhnlichen Stellung (gegen die Rückenklappe gesehen). Oben = hinten. Unten = vorn. Der über die kleinere Klappe hinausragende Schnabel der größeren Klappe zeigt die Area (*a*), das Schnabelloch (*f*) und die Deltidialplatten (*d*).

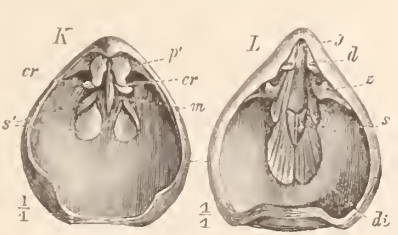



Fig. 287. *Rhynchonella psittacea* Lmk. Lebend. *K* Rücken-, *L* Bauchklappe von innen. 2 symmetrisch gestellte Zähne der Bauchklappe (*z*) greifen in entsprechende Zahngruben in der Schloßplatte (*p'*) der Rückenklappe ein. *f* Schnabelloch; *d* Deltidialplatten, durch das Schnabelloch getrennt; *s* Schließmuskel-, *di* Öffnungsmuskeleindrücke der Bauchklappe. *m* Mittelleiste; *cr* Crura; *s'* Schließmuskeleindrücke der Rückenklappe.

wird im Laufe des Wachstums von der Schnabelspitze gegen den Schloßrand zu mit Kalkmasse ausgefüllt — Deltidium; dieses ist daher quergestreift (300 *ps*). Eine andre Art des Verschlusses der Stielöffnung besteht darin, daß gleichzeitig von beiden Seiten her Platten in sie hineinwachsen, Deltidialplatten (286 *d*); diese bleiben entweder durch das Stielloch getrennt (287 *L d*), oder sie schließen darunter oder darunter und darüber zusammen und können bei vollständiger Verwachsung einem Deltidium ähnlich werden, sind dann aber als falsches (Pseudo-) Deltidium zu unterscheiden.

**Schloß.** Das Öffnen und Schließen der Schale geschieht durch Muskeln, die sich im oberen (hinteren) Teile (288 *a*, *d*) befinden. Oft wird die Bewegung durch einen Angelapparat, das Schloß, reguliert, der sich an den ± verdickten Schloßrändern der beiden Klappen bildet. In der Bauchklappe stehen dann zwei zahnartige Vorsprünge symmetrisch zum Deltidium — Schloßzähne (287 *L z*), die oft noch von senkrecht gestellten Platten — Zahnplatten getragen werden. Sie nehmen einen mittleren Fortsatz der Rückenklappe — Schloßfortsatz (288 *sf*, 290 *SI*) zwischen sich und greifen in Zahngruben ein, welche auf dem jederseits verdickten Schloßrande, den Schloßplatten (287 *K p'*), eingetieft liegen; letztere können ebenfalls durch ± senkrechte Kalkblätter gestützt sein. Von ähnlichen Plattenbildungen im Innern der Schale ist die Mittelleiste (287 *K m*) hervorzuheben, die in einer oder in beiden Klappen vorhanden sein kann.

**Muskulatur.** Die im hinteren Teil des Körpers befindlichen Muskeln sind gekreuzt und heften sich an bestimmte Stellen der Schale an, die gewöhnlich als scharf umrandete Muskeleindrücke kenntlich werden. Sie dienen (288)

a) zum Öffnen der geschlossenen Schale, Öffnungsmuskeln, *divaricatores* — *d*, *d'*,

b) zum Schließen der geöffneten Schale, Schließmuskeln, *adductores* — *a*,

c) zur Bewegung des Stiels, Stielmuskeln, *adjustores* — *st*.

Die Öffnungsmuskeln heften sich in der Rückenklappe stets an den Schloßfortsatz (*sf*); in der Bauchklappe liegen ihre 2 großen Eindrücke unten symmetrisch zur Mittellinie (287 *L di*), ein Paar kleinere noch hoch oben.

Die Schließmuskeln hinterlassen ein Paar großer Eindrücke in der Rückenklappe (287 *K s'*); in der Bauchklappe liegen sie über und zwischen den Eindrücken der Öffnungsmuskeln, in der Mittellinie zusammenstoßend (287 *L s*). Wenn ein funktionierender Stiel vorhanden ist, heften sich in jeder Klappe ein Paar und ein einzelner

Stielmuskel an. Die paarigen Eindrücke sind in der Bauchklappe groß und liegen oberhalb und seitlich der Schließ- und Öffnungsmuskelpaare.

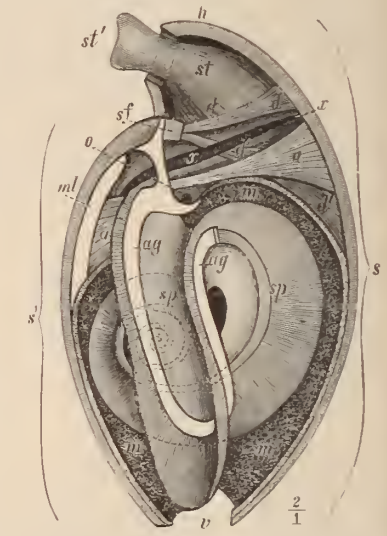



Fig. 288. *Waldheimia flavescens* Val. Lebend. Australien. Längsschnitt, parallel und etwas vor der Mittelebene. *v* vorn; *h* hinten; *s* größere (Bauch-) Klappe; *s'* kleinere (Rücken-) Klappe; *m* Mantel, die vordere Schalenhöhlung auskleidend; *sp* Spiralarme, durch ein schleifenartiges Armgerüst (*ag* — weiß) gestützt; *o* Mund; *x* Darm; *ml* Mittelleiste der Rückenklappe (weiß); *sf* Schloßfortsatz; *d*, *d'* Öffnungsmuskeln (divaricatores); *a* Schließmuskeln (adductores); *st* Stielmuskel; *st'* Stiel, aus dem Schnabelloch austretend.

Bei den schloßlosen Formen erscheinen die Öffnungsmuskeln als Gleitmuskeln (293 *A d*), welche eine seitliche Verschiebung der Klappen ermöglichen.

**Armgerüst.** Das allen Brachiopoden eigene Paar spiral gerollter, fleischiger Mundanhänge (Arme), wird häufig von einem kalkigen Armgerüst getragen, welches stets an dem Schloßrand der kleineren (Rücken-) Klappe angeheftet ist (288 *ag*).

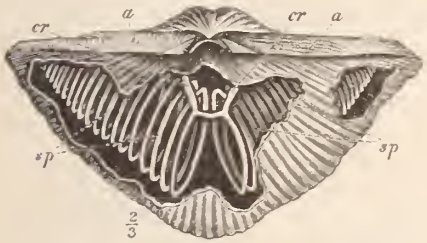



Fig. 289. Eine Brachiopode (*Spirifer*) mit spiralgewundenem Armgerüst. Die Spiralkegel (*sp*) sind mit Hilfe der Crura (*cr*) an dem Schloßrand der kleineren Klappe befestigt und werden durch ein Querband verbunden. (NB. Das Querband schließt in der Mitte nicht zusammen.) *a* Area.

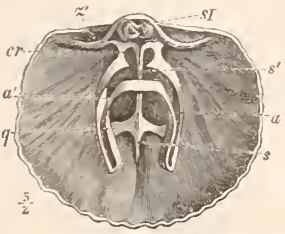



Fig. 290. Rückenklappe einer Brachiopode (*Terebratella*) mit schleifenförmigem Armgerüst (*a*, *a'*), welches durch die Crura (*cr*) an den Schloßrand der Rückenklappe und durch Querbänder (*q*) an die Mittelleiste derselben (*s*) befestigt ist. *SI* Schloßfortsatz; *z'* Zahngrube.

Im einfachsten Falle besteht dasselbe aus 2 kurzen, ± gekrümmten hakenförmigen Fortsätzen (Crura, 287 *K cr*), die, symmetrisch zur Mittelebene angeordnet, nur wenig tief in die Schale hinabreichen, oder aus 2 plattig verbreiterten, tiefer hinabreichenden Kalkblättern (Cruralplatten — 305 *D cp*).

Bei den *Spiriferacea* verlängern sich die Crura (289 *cr*) jederseits in spirale Hohlkegel von der Form der Arme (*sp*), deren Spitzen sich entweder gegen die Seiten der Schale (289 *sp*) oder gegen die Mitte der kleineren Klappe zu richten (309 *B sp*). Häufig werden die Spiralkegel durch ein Querband verbunden (309 *B b*), oder es finden sich statt dessen getrennte Querfortsätze (289).

Ein schleifenförmiges Armgerüst ist besonders häufig bei den jüngeren *Terebratulidae* entwickelt. Die Schleife, an die Crura (290 *cr*) sich anschließend, kann kurz (312 *B*, *D*, *F*) oder lang (290) sein: sie hängt frei in die Schalenhöhlung hinab (288 *ag*) oder ist außer durch die Crura noch durch Querbänder mit der kleinen Klappe verbunden (290 *q*) oder fast ganz an dieselbe angewachsen. Man unterscheidet den absteigenden, der kleineren Klappe genäherten und längeren Ast (290 *a*) von dem aufsteigenden, kürzeren (290 *a'*).

Wenn ein kalkiges Armgerüst fehlt, können doch die Arme im Innern der Schale bezeichnende Eindrücke hinterlassen, indem sie teilweise in die Kalksubstanz derselben eingesenkt erscheinen (302 *C sp'*). Dann zeigt sich z. B. in der kleineren Klappe ein Paar von Leisten umgebene Eindrücke von nierenförmiger Gestalt (*D n*) und der Mittellinie genähert ein Paar Spiralhöcker (*D sp*), während die Enden der Arme in der größeren Klappe spiral gefurchte Näpfchen (*C sp'*) hinterlassen. In andern Fällen bilden sich in der größeren oder häufiger in der kleineren Klappe leistenförmige Hervorragungen, Armleisten, aus, die vom Schalenrande aus gegen innen konvergieren.

**Schalenstruktur.** Die Schale der meisten *Br.* besteht der Hauptsache nach aus schief gegen die Oberfläche gerichteten Prismen von Kalk-

spat, die auf dem Schalenbruch einen seidenartigen Glanz hervorrufen — faserige Schalen (291), falls sie nicht so fest vereinigt sind, daß die Schale homogen erscheint. Oft wird die Schale von senkrechten Porenkanälen durchsetzt (292 *b*, *c*), in denen sich Fortsätze des Mantels befinden, — durchbohrte oder punktierte Schalen; sie erscheint dann von außen punktiert (*a*). Die hohlen Stacheln mancher undurchbohrter Schalen (301 *Ast*) sind davon zu unterscheiden. Seltener besteht die Schale aus konzentrischen Lagen von Kalkspat (*Craniadae*) oder aus abwechselnden Lagen von Kalkphosphat und horniger Substanz (*Lingulidae*); in letzterem Falle erscheint sie firnißglänzend.

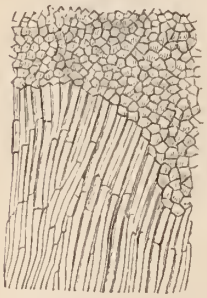


Fig. 291. Prismatische Schalenstruktur von *Rhynchonella psittacea* Lmk. $^{100}/_{1}$. Die Prismen sind schräg gegen die Oberfläche gerichtet.

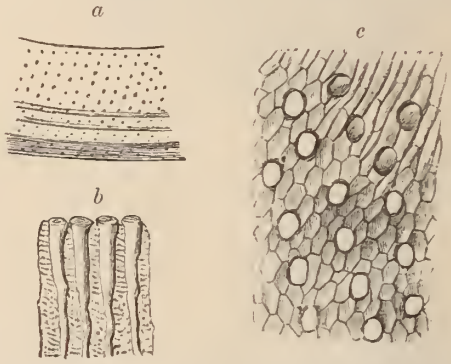



Fig. 292. Schalenstruktur von *Terebratula*. *a* Oberfläche der Schale, punktiert erscheinend (durch die Öffnungen der feinen Kanäle). Schwach vergrößert. *b* Querschnitt durch die Schale, zeigt die nach außen erweiterten Kanäle $^{100}/_{1}$. *c* Innenfläche der Schale, zeigt die schräg gerichteten Prismen und die inneren Öffnungen der Kanäle. $^{100}/_{1}$.

Die *Br.* kommen fossil wie lebend meist gesellig vor, am häufigsten in kalkreichen Absätzen bis zu 500 m Tiefe. Vielen fossilen Arten kommt eine weite geographische Verbreitung zu, was auch für manche lebende noch zutrifft.

**Klassifikation.** Zur Einteilung werden gewöhnlich die Art der Schalenverbindung, die Ausbildung kalkiger Armgerüste und die Art des Stiellochverschlusses benutzt. Eine Gruppierung nach diesen Merkmalen ist zwar übersichtlich, aber vielfach nicht natürlich, denn wahrscheinlich haben sich mehrfach aus schloßlosen Formen schloßtragende entwickelt und aus Kalkspiralen sind Schleifen oder Haken hervorgegangen; es haben sich auch wohl Armgerüste erst später gebildet.

### Übersicht der wichtigsten Ordnungen:

A. **Ecardines** (Schloßlose Formen). Die Klappen ohne Schloßverbindung, nur durch Muskeln verschiebbar. Schloßfortsatz und Zähne fehlen. Schale häufig hornig.
   a) Stiel zwischen beiden Klappen austretend. **1. Ordn. Lingulacea.**
   b) Stiel aus der Bauchklappe austretend. **2. Ordn. Discinacea.**
   c) Ohne Stiel. Bauchklappe festgewachsen. **3. Ordn. Craniacea.**

B. **Testicardines.** Die Klappen durch Schloß verbunden. Rückenklappe mit Schloßfortsatz, Bauchklappe meist mit Zähnen; häufig ein kalkiges Armgerüst vorhanden. Schale stets kalkig.

a) Armgerüst fehlt. Deltidium vorhanden. Schloßrand meist gerade. **4. Ordn. Strophomenacea.**

b) Armgerüst als Haken oder Cruralplatten entwickelt.

α) Bauchklappe mit kräftigen Zahnplatten, die sich zu einer Mittelleiste vereinigen. **5. Ordn. Pentameracea.**

β) Bauchklappe ohne Zahnplatten. **6. Ordn. Rhynchonellacea.**

c) Armgerüst als Spiralkegel. **7. Ordn. Spiriferacea.**

d) Armgerüst als Schleife. **8. Ordn. Terebratulacea.**

A. **Ecardines.** Schloßfortsatz und Zähne fehlen.

### 1. Ordn.: Lingulacea (= *Atremata*).

Rundliche oder spatelförmig verlängerte, seltener dreieckige Schalen von meist hornig-kalkiger Beschaffenheit und ohne Rippen. Zwischen den an Größe meist wenig verschiedenen Klappen tritt der Stiel aus. Zahlreiche Vertreter im Kambrium und Silur, die Gattung

**Lingula** Brug. (293) vom Unt. Silur durch alle Formationen bis zur Gegenwart. Die dünne, zungen- oder spatelförmige, fast ganz gleichklappige Schale besteht vorwiegend aus Hornsubstanz (mit Kalkphosphat) und ist firnißglänzend. Mehrere Paare Gleitmuskeleindrücke (*Ad*), dem Rande der Schale genähert. Im Silur und Devon häufig, später seltener. Meist in sandig-tonigen Absätzen. Als

**Lingulella** Salt. (u. *Lingulepis* Hll. werden die kambrischen Formen von dreieckigem Umriß und mit ungleichen Klappen unterschieden. Die

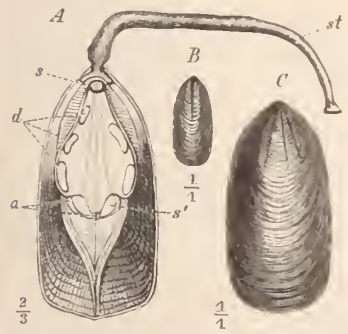



Fig. 293. *A—C Lingula*. *A L. anatina* Brug. Lebend. Philippinen. Größere Klappe von innen. *st* Stiel; *s* unpaarer Öffnungsmuskeleindruck; *s'* paarige Schließmuskeleindrücke; *d* Eindrücke der Gleit-(= Öffnungs-)Muskeln; *a* Eindrücke der Stielmuskeln. *B L. tenuissima* Br. Lettenkohle, Württemberg. *C L. Beani* Phill. Mittl. Dogger. U.-Elsaß.

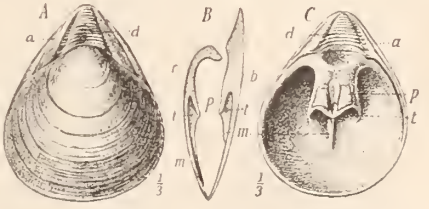



Fig. 294. *Trimerella Lindstroemi* Dall. Ob. Silur. Gotland. *A* Schale gegen die Rückenklappe. *B* Längsschnitt der Schale. *C* Bauchklappe von innen. *r* Rücken-, *b* Bauchklappe; *a* Area; *d* Stielfurche; *m* Mittelleiste; *p* Plattformen; *t* Tunnel derselben.

größere Bauchklappe ragt schnabelartig über die kleinere hervor und besitzt ein ± deutlich ausgebildetes Schloßfeld mit Stielfurche. An diese schließen sich große, dickschalige und kalkige Formen des Silurs an, wie

**Trimerella** Bllgs. (294) u. Verw., die durch ein großes, quergestreiftes Schloßfeld (*a*) mit Stielfurche (*d*) in der Bauch-, und durch hohle plattformartig hervorragende Kalkblätter (*p*) nebst Mittelleiste (*m*) in den beiden Klappen ausgezeichnet sind.

Eine zweite Gruppe, mit querer, rundlicher Schale, ist durch

**Obolus** Eichw. (295) im Kambrium vertreten. Die an Größe wenig verschiedenen Klappen sind namentlich am Schloßrande verdickt und mit schmalem, durch den Stiel ausgefurchtem (*f*) Schloßfelde versehen. *O. Apollinis* Eichw. häufig im Oberkambrium (Ungulitensandstein) Rußlands.

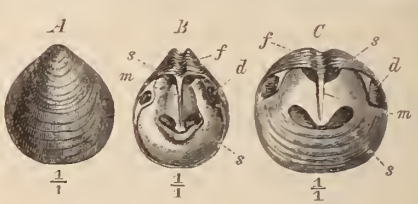



Fig. 295. *A—C Obolus Apollinis* Eichw. Ob. Kambrium. St. Petersburg. *A* Bauchklappe von außen, *B* von innen. *C* Rückenklappe von innen. *f* Stielfurche des Schloßfeldes; *m* Mittelleiste; *s* Schließmuskel-, *d* Gleitmuskeleindrücke.

## 2. Ordn.: Discinacea.

Ventralschale von einer runden oder schlitzförmigen Stielöffnung durchbohrt. Schalen hornig-kalkig. Häufig im Kambrium und Silur, später seltener werdend. Bis zur Gegenwart reicht

**Discina** Lk. (296) mit dünner, ± kreisrunder aufgehefteter Schale. Die flache Bauchklappe enthält hinter dem fast zentralen Wirbel eine schlitzförmige Stielöffnung (*Co*); die Rückenklappe ist von gleicher Größe wie die Bauchklappe, aber ± hoch gewölbt, mützenförmig, mit fast zentral gelegenem Wirbel (*Aw*, *Bw*). Verwandte Formen seit dem Kambrium, besonders häufig im Paläozoikum.

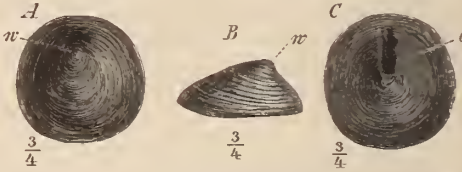



Fig. 296. *Discina nitida* Phill. sp. Karbon. Schottland. *A* Rückenklappe von oben, *B* von der Seite. *C* Bauchklappe von unten. *w* Wirbel; *o* schlitzförmige Stielöffnung.

Wesentlich verschieden sind eine Reihe kambrischer und silurischer Formen, die wie

**Siphonotreta** d. Ver. eine gewölbte und überragende, am Wirbel durchbohrte Bauchklappe besitzen. *Siph.* ist zudem durch den Besitz hohler Stacheln ausgezeichnet. Silur.

## 3. Ordn.: Craniacea.

**Crania** Retz. (297) hat sich vom U. Silur bis heute unverändert erhalten. Die Schale ist ± kreisförmig, mit dem Wirbel oder mit der ganzen Fläche der Bauchklappe aufgewachsen, die sich dann der Unterlage anpaßt. Die Öffnungsmuskel inserieren oben (hinten) (*b*) in der Nähe des Schalenrandes (*s*, *s'*), die Schließmuskeln nahe der Mitte (*s*, *s'*). In der niedrigeren Bauchklappe liegen ihre Eindrücke auf einem erhöhten nasenförmigen Vorsprunge (*rs*), an dessen vorderem Ende sich die Arme anheften. Der Mantel erzeugt fingerförmige

Gefäßeindrücke (*g*). Der Schalenrand (*r*) ist breit abgeplattet, oft gekörnelt. Die Schalenmasse wird von verzweigten Kanälen durchzogen. Besonders häufig in Silur und Kreide gefunden.

Durch Gleichklappigkeit, geringe Größe, ovalen Umriß, Fehlen der Anheftung und dichte Schalenstruktur ist die im Silur und Devon verbreitete Gattung *Pholidops* Hll. ausgezeichnet.

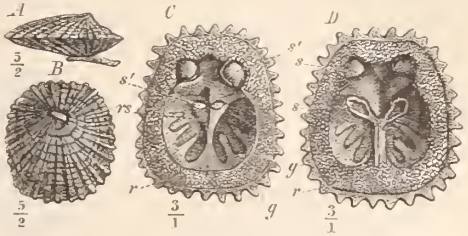



Fig. 297. *A—D Crania Ignabergensis* Retz. Senon. England. *A* Schale, auf einer Bryozoe aufgewachsen, von der Seite. *B* Rückenklappe von oben, mit Radialrippen. *C* Bauchklappe, *D* Rückenklappe von innen. *r* Rand; *s*, *s'* Eindrücke der Öffnungs- und Schließmuskelpaare; *g* fingerförmige Gefäßeindrücke; *rs* nasenförmiger Vorsprung, vor den Schließmuskelcindrücken gelegen.

**B. Testicardines.** Eine seitliche Verschiebung der Klappen wird durch einen Schloßfortsatz in der Rückenklappe und meist auch durch 2 symmetrisch gestellte Zähne in der Bauchklappe verhindert. Der Stiel tritt fast ausnahmslos aus der Bauchklappe aus; das Stielloch wird durch Deltidium oder durch Deltidialplatten geschlossen. Schloßfeld meist entwickelt. Schale stets kalkig. Hierher gehört die Mehrzahl der *Brachiopoden*.

### 4. Ordn.: Strophomenacea.

Ein kalkiges Armgerüst fehlt. Schloßrand meist gerade. Area in der Bauchklappe oder in beiden. Stielöffnung durch Deltidium geschlossen, selten frei bleibend.

Diese vorwiegend paläozoische Ordnung zerfällt in folgende Familien:

A. Schale ohne hohle Stacheln.
   a) Schale fast nie festgewachsen, ohne Armleisten.
      **1. Fam. Strophomenidae.**
   b) Schale meist (mit der Bauchklappe) festgewachsen, mit Armleisten.
      **2. Fam. Thecideidae.**

B. Hohle Stacheln vorhanden.
   a) Bauchklappe gewölbt, selten festgewachsen.
      **3. Fam. Productidae.**
   b) Bauchklappe kegelförmig verlängert, festgewachsen, hinten mit Luftkammern.
      **4. Fam. Coralliopsidae.**

**1. Fam. Strophomenidae.** Schale beiderseits gewölbt oder häufiger konvex-konkav, mit meist langem, geradem Schloßrande und Area in beiden Klappen.

**Orthis** Dalm. (298). Die rundliche oder vierseitige Schale gewöhnlich radial gerippt (*C*, *D*) und beiderseits gewölbt, undurchbohrt; seltener Rückenklappe eben oder eingesenkt. Area (*a*, *a'*) in beiden Klappen mit offenem, bei den kambrischen Arten geschlossenem Deltidialspalt (*B dsp'*). Die Zähne der

Bauchklappe von starken Zahnplatten (*B zp'*) gestützt. Rückenklappe mit tiefen Zahngruben, deren innere Leisten sich zu kurzen Armhaken verlängern (*A*). Schloßfortsatz ungeteilt (*A f*); Mittelleisten (*m m'*) meist in beiden Klappen. In zahlreichen Untergattungen von Kambrium — Perm, besonders häufig im U. Silur. Die Steinkerne von *O. striatula* Schl. sp. (*D, E*) als *Hysterolithes* bekannt.

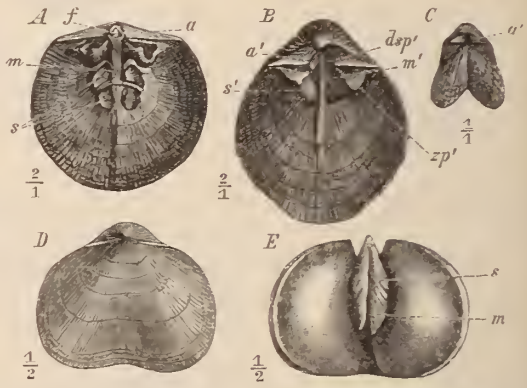



Fig. 298. *A—E Orthis.* *A, B O. elegantula* Dalm. Ob. Silur. England. *A* Rückenklappe von innen. *a* Area; *f* Schloßfortsatz, in der Deltidialspalte liegend. Unter dem Schloßrande 2 tiefe Zahngruben, deren innere Leisten hakenartig vorspringen. *m* Mittelleiste; *s* Schließmuskeleindrücke. *B* Bauchklappe von innen. *dsp'* Deltidialspalte; *zp'* Zähne; *a', m', s'* wie *a, m, s* in Fig. *A*. *C O. biloba* Lin. sp. Ob. Silur. Dudley, England. *a'* Area der Rückenklappe. *D, E O. striatula* Schl. sp. *D* beschaltes Exemplar. M. Devon. Eifel. *E* Steinkern. (»*Hysterolithes vulvarius*«). U. Devon. Eifel. *m* Eindruck der Mittelleiste; *s* Ausfüllung der Schließmuskeleindrücke.

**Strophomena** Blv. (299 *A—C*). Schale konvex-konkav, meist verbreitert und radial gestreift, mit langem Schloßrande. Wohnraum sehr niedrig. Schloßfortsatz groß, zweispaltig (*C sf*). Deltidialspalte durch Deltidium geschlossen. Im Innern der Schale treten die Gefäßeindrücke des Mantels (*B gf*, *C gf*) meist deutlich hervor. Hakenfortsätze fehlen. In zahlreichen Arten vom Silur — Karbon, namentlich im Silur. Die verwandte Gattung

**Leptaena** Dalm. (299 *D*) hat eine stark gewölbte Bauch- und tief eingesenkte Rückenschale. Silur — Karbon. Nachzügler noch bis in den Ob. Lias — »Leptaena-Bett« (*Cadomella*).

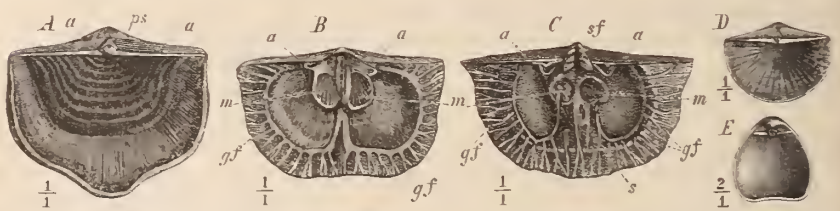



Fig. 299. *A—C Strophomena rhomboidalis* Wilk. sp. Ob. Silur. Dudley, England. *A* Ansicht der Schale gegen die Rückenklappe. *B* Innenansicht der Bauch-, *C* der Rückenklappe. *a* Area; *ps* Deltidium; *m* Eindrücke der Schließmuskelpaare; *gf* Gefäßeindrücke; *s* Mittelleiste; *sf* Schloßfortsatz. *D Leptaena sericea* Sow. U. Silur. England. *E Koninckella liasina* Bouch. Mittl. Lias. Ilminster, England. (S. 218.)

Zu den größeren Formen dieser Gruppe gehört *Orthothetes* (Fisch.) mit der Untergattung

**Streptorhynchus** Kng. (300). Bauchklappe mit hoher Area (*a'*) und Deltidium, Rückenklappe mit starkem, mehrfach gespaltenem Schloßfortsatz (*sp*). Silur — Perm. *Str. pelargonatus* Schl. sp. Zechstein.

Im Oberkarbon und Perm erscheint in weiter Verbreitung eine verwandte Form mit außerordentlich hoher Bauchklappe, welcher eine schwachgewölbte Rückenklappe ohne Area wie ein Deckel aufsitzt. Die Zahnstützen reichen bis zum Grunde der Bauchklappen — **Meekella** W. & St. J.

**2. Fam. Thecideidae.** Meist kleine, mit der Bauchklappe festgewachsene Schalen. Area und Deltidium deutlich. Es sind mesozoische und känozoische Nachkommen von *Strophomeniden*.

**Thecidea** Dfr. Bezeichnend sind die Armleisten, welche sich in verschiedenartiger Gestalt zwischen den Armen in der Rückenklappe ausbilden. Schloßfortsatz breit, einfach. Trias — Gegenwart, häufig in der Kreide.

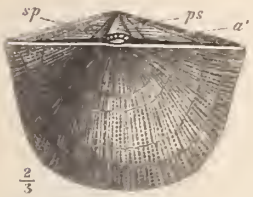



Fig. 300. *Streptorhynchus umbraculum* Schl. sp. M. Devon. Eifel. *a'* Area; *ps* Deltidium; *sp* Schloßfortsatz.

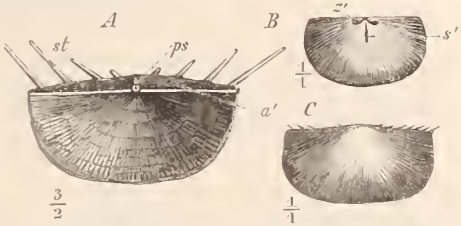



Fig. 301. *Chonetes*. *A Ch. striatella* Dalm. Ob. Silur. England. *a'* Area der Bauchklappe; *st* Stacheln des Arealrandes; *ps* Deltidium. *B, C Ch. sarcinulata* Schl. sp. U. Devon (Spiriferensandstein). Rheinisches Schiefergebirge. *B* innerer Abdruck der Rückenklappe mit den Eindrücken der Mittelleiste (*s*) und der Zahngrubenplatten (*z*). *C* äußerer Abdruck der Bauchklappe.

**3. Fam. Productidae.** Meist stark gewölbte Schalen mit ebener oder eingesenkter Rückenklappe. Hohle Stacheln über die ganze Schale oder nur am Rande des Schloßfeldes der Bauchklappe. Schloßfortsatz hervorragend. Die Arme erzeugen in der Rückenklappe nierenförmige Eindrücke, in der Bauchklappe Spiralnäpfe. Silur — Perm.

**Chonetes** Fisch. (301). Die dünne, fein radial gerippte Schale meist breiter als hoch, mit langem Schloßrand. Hinterer Rand des Schloßfeldes der Bauchklappe mit einzelnen Stacheln besetzt. Wirbel nicht vorragend. Area in beiden Klappen. Zähne gut entwickelt. Schloßfortsatz gespalten. Silur — Perm, am häufigsten und größten im Karbon und Perm; weit verbreitet.

**Productus** Low. (302). Kleine bis sehr große, rundliche oder verquerte Schalen mit stark gewölbter Bauch- und flacher oder meist ± tief eingesenkter Rückenklappe (*B*). Stielöffnung fehlt, aber Schale zuweilen aufgewachsen oder durch die Röhrenstacheln verankert. Area und Zähne kaum angedeutet. Bauchklappe (*C*) mit verlängerten Schließmuskel- (*s'*) und breiten Öffnungsmuskeleindrücken (*d*) sowie mit großen Spiralnäpfen (*sp'*). Rückenklappe (*D*) mit gespaltenem, vorspringendem Schloßfortsatz (*f*), nierenförmigen Eindrücken (*n*) und Armhöckern (*sp*). Die devonischen Vorläufer (spärliche Stacheln — *Productella* Hll.) — besitzen noch Zähne und ein schmales Schloßfeld in beiden Klappen. Die im Karbon und Perm außerordentlich häufigen *Produkten* sind meist radial gerippt und durch Anwachsstreifen

quer gerunzelt; die Bauchklappe ist oft mit einer mittleren Einsenkung versehen. Hohle Stacheln bedecken in größerer Zahl beide Klappen. Karbon und Perm, in zahlreichen Arten weltweit verbreitet und häufig. *Productus*-Kalk des Perm (?Oberkarbon).

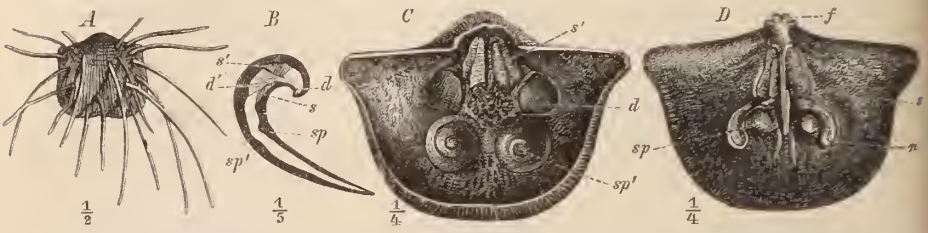



Fig. 302. *Productus*. *A P. longispinus* Sow. Unterkarbon. England. *B—D P. giganteus* Mart. sp. Ebendaher. *B* Querschnitt durch die Schale mit den rekonstruierten Schließ- (*s*, *s'*) und Öffnungsmuskeln (*d*, *d'*). *sp'* Spiralnapf der größeren, *sp* Spiralhöcker der kleineren Klappe. *C* größere Klappe von innen. Der Wirbel ist fortgenommen. *s'* Eindrücke der Schließ-, *d* der Öffnungsmuskeln; *sp'* Spiralnäpfe. *D* kleinere Klappe von innen. *f* Schloßfortsatz; *s* Eindrücke der Schließmuskeln; *n* nierenförmige Eindrücke, von den Armleisten umgeben; *sp* Spiralhöcker.

**Strophalosia** Kng. (303) zeichnet sich wie *Productus* durch reichliche Stachelentwicklung aus, besitzt aber Area (*a*, *a'*), Deltidium und Schloßzähne und ist mit der zuweilen kegelförmig verlängerten Bauchklappe festgewachsen. Devon — Perm, in letzterem häufig.

Ein Festwachsen der Bauchklappe hat wie bei *Strophal.* und einigen Arten von *Productus* bei verschiedenen andern Vertretern der *Productiden* und vielleicht auch bei *Strophomeniden* stattgefunden und zu einer kegelförmigen Verlängerung der Bauchklappe und zu korallenartigem Aussehen und Struktur geführt. Solche extreme, im Perm z. T. weit verbreitete Formen werden als

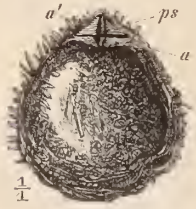



Fig. 303. *Strophalosia Goldfussi* Mnstr. sp. U. Zechstein. Gera. *a* Area der Rücken-, *a'* der Bauchklappe; *ps* Deltidium.

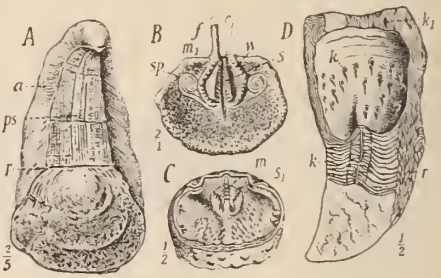



Fig. 304. *A Scacchinella variabilis* Gemm. Perm. Sizilien. *B Scacchinella.* Etwas schematisierte Innenansicht der Rückenklappe. *C, D Richthofenia Lawrenciana* d. K. Perm. Saltrange, Indien. *C* Wohnraum der Bauchklappe schräg von oben, *D* Längsschnitt der Bauchklappe, | dem Schloßrande.
*a* Schloßfeld; *ps* Deltidium; *r* Schloßrand; *sp* Eindrücke der Mundarme; *m* Mittelleiste; $m_1$ Mittelfurche zwischen den wulstartigen Stützen (*w*) des Schloßfortsatzes (*f*); *s*. $s_1$ Ansatzstellen der Schließmuskeln; *k* Luftkammern; *r* blasige Außenschicht; $k_1$ Kanäle.

**4. Fam. Coralliopsidae** (304) zusammengefaßt. Sie sind durch das Auftreten von Luftkammern (*Dk*) im Grunde der Bauchklappe ausgezeichnet.

Hierher gehören Formen, wie

**Scacchinella** Gem. (304 *A*, *B*), deren *Brachiopoden*-Natur an der freiliegenden Area (*A a*) der Bauchklappe schon von außen erkennbar wird. In der Rückenklappe setzen die auffallend langen Schloßfortsätze (*B f*) nach innen in gerundete Wülste (*w*) fort. Perm. Sizilien, S. Alpen. Bei

**Richthofenia** Waag. (*C*, *D*) wird die eigentliche Schale der Bauchklappe von einer dicken Lage blasigen Gewebes (*D r*) eingehüllt, über die sich eine dichte, runzlige Deckschicht legt; dadurch wird die Area unsichtbar. Die Kanäle (*D k*$_1$), welche die Schale durchziehen, verlängern sich außen zu hohlen Fortsätzen. Im Perm Südasiens, Siziliens und der Südalpen verbreitet.

## 5. Ordn.: Pentameracea.

Meist große, beiderseits gewölbte Schalen. Area und Deltidium schwach entwickelt oder fehlend. Bauchklappe mit starken Zahnplatten. Cruralplatten vorhanden, die zuweilen im Haken fortsetzen. Schloßrand gebogen, wenn gerade kurz. Paläozoisch.

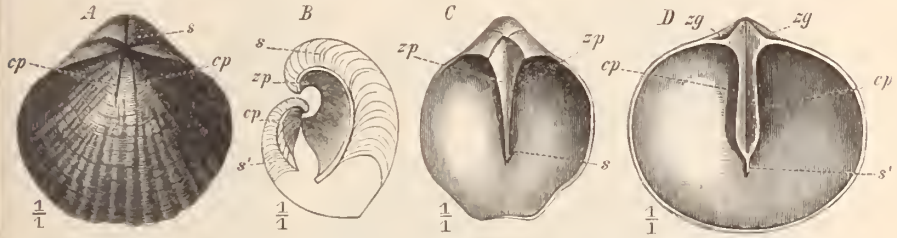



Fig. 305. *Pentamerus*. *A P. galeatus* Dalm. sp. Ob. Silur. England. *B P. Knightii* Sow. Ebendaher. In der Mitte quer durchgespalten. *C*, *D P. brevirostris* Phill. Devon. England. *C* Innenansicht der Bauch-, *D* der Rückenklappe. *s*, *s'* Mittelleisten; *zp* Zahnplatten; *cp* Cruralplatten; *zg* Zahngruben.

**Pentamerus** Low. (305), meist große, gerippte Schalen. Schnabel der Bauch-, oft auch der Rückenklappe eingebogen, ohne Area und Deltidium. Zähne der Bauchklappe durch lange Zahnplatten (*B zp*, *C zp*) gestützt, die sich nach unten zu einer Mittelleiste (*Bs'*, *Cs'*) vereinigen. Rückenklappe mit 2 getrennten Cruralplatten (*A cp*, *B cp*, *D cp*), die sich in kurze Haken zum Ansatz der Arme verlängern.

Meist große Schalen häufig im Silur und Devon.

**Porambonites** Pand. Beide Klappen stark gewölbt, an Größe wenig verschieden, mit kurzem, eingebogenem Schnabel. Schale ungerippt. Schloßrand gerade, aber kurz. Area niedrig. Nur im Unt. Silur.

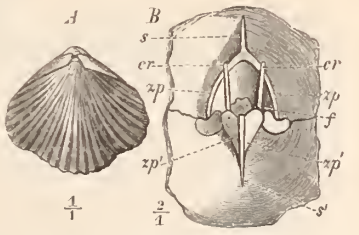



Fig. 306. *Camarophoria Schlotheimi* v. B. sp. Perm (Zechstein). England. *B* Schloß von innen; oben die Bauch-, unten die Rückenklappe. *s* Mittelleiste; *zp* Zahnplatten der Bauchklappe; *f* Schloßfortsatz; *cr* Stiele; *zp'* Zahnplatten; *s'* Mittelleiste der Rückenklappe.

**Camarophoria** Kng. (306) verbindet mit dem Besitze von Zahnplatten (*B zp*, *zp'*) und Mittelleiste (*Bs*, *s'*) in beiden

Klappen die äußere Erscheinung und die langen, gebogenen Crura (*cr*) der *Rhynchonellen*. Devon — Perm.

### 6. Ordn.: Rhynchonellacea.

Meist kleine, gefaltete Schalen mit spitzem, umgebogenem Wirbel der Bauchklappe. Area niedrig. Rückenklappe mit Mittelleiste und hakenförmigen Crura. Stielspalte durch 2 Deltidialplatten eingeengt. Silur — Gegenwart.

Von den zahlreichen nahe verwandten Gattungen, die unterschieden werden, reicht

**Rhynchonella** Fisch. [im weiten Sinne] (307) vom Silur bis zur Gegenwart. Die faserige Schale besitzt ± zahlreiche Falten, meist eine Einbuchtung (sinus) in der Bauch-, einen entsprechenden Wulst in der Rückenklappe. Das Schnabelloch ist klein, das Schloßfeld meist niedrig, der Schloßrand gebogen.

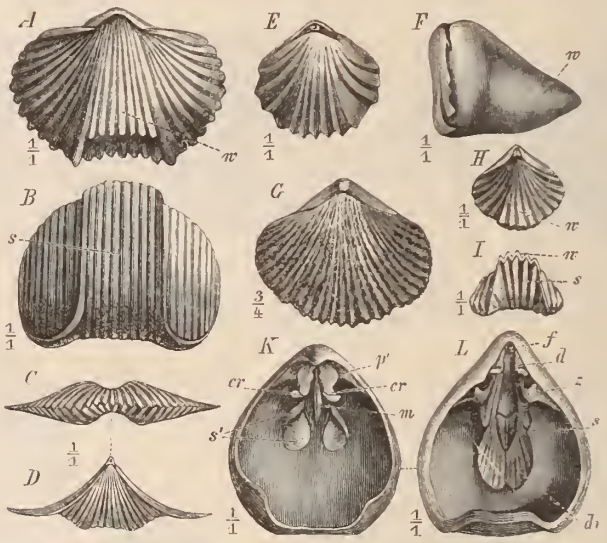



Fig. 307. *Rhynchonella*. *A*, *B* *Rh. cuboides* Phill. Ob. Devon. Grund i. Harz. *w* Wulst der Rücken-, *s* Sinus der Bauchklappe. *A* von vorn, *B* von unten. *C*, *D* *Rh. cornigera* Schfh. sp. Rhät. Piesting, österr. Alpen. *C* von unten, *D* von vorn. *E* *Rh. gryphitica* Qu. U. Lias (*a*). Metz. *F* *Rh. acuta* Sow. sp. Mittl. Lias (*δ*). Uhrweiler, U.-Elsaß. *G* *Rh. spinosa* Schl. sp. Ob. Dogger. Pfirt, Ob.-Elsaß. *H*, *I* *Rh. varians* Schl. sp. Dieselbe Schicht. Randen. *I* von unten. *K*, *L* *Rh. psittacea* Lmk. Lebend. *K* Rücken-, *L* Bauchklappe von innen. *p'* Schloßplatte; *cr* Crura; *m* Mittelleiste; *s'* Schließmuskeleindrücke; *f* Schnabelloch; *d* Deltidialplatten; *z* Schloßzähne; *s* (*L*) Eindrücke der Schließ-, *di* der Öffnungsmuskeln; *w* Wulst; *s* Sinus.

Kräftige Zähne in der Rücken-, eine Mittelleiste in der Bauchklappe. In vielen hunderten, meist schwer unterscheidbarer Arten bekannt. Unter den mesozoischen finden sich manche auffällig abweichende Gestalten wie

*Acanthothyris* d'Orb. (*G*). Schalenoberfläche mit langen hohlen Stacheln (Jura — Gegenwart) und

**Rhynchonellina** Gemm., häufig im Lias der Alpen und Südeuropas. Fein gerippte Schalen mit geradem Schloßrande, hoher Area und Sinus in der Rückenklappe, die habituell an gewisse Arten von *Orthis* (S. 211) erinnern und auch wohl von diesen abstammen.

### 7. Ordn.: Spiriferacea.

Die Kalkspiralen, welche die Vertreter dieser vorwiegend paläozoischen Gruppe auszeichnen, zeigen verschiedene Arten der Ausbildung und mit diesen gehen auch andre Merkmale Hand in Hand. Man unterscheidet:

A. Schloßrand gerade. Schloßfeld meist groß.
Spiralen mit den Spitzen zur Seite gerichtet, meist durch einfaches Querband verbunden. **1. Fam. Spiriferidae.**
Spiralen mit den Spitzen gegen die Bauchklappe gerichtet. **2. Fam. Koninckinidae.**

B. Schloßrand gebogen. Schloßfeld klein oder fehlend.
Spiralen mit den Spitzen gegen die Mitte der Rückenklappe gerichtet. **3. Fam. Atrypidae.**
Spiralen mit den Spitzen nach der Seite gerichtet. **4. Fam. Athyridae.**

**1. Fam. Spiriferidae.** Sind mit wenigen Ausnahmen durch einen geraden Schloßrand und deutlich entwickeltes Schloßfeld in der Bauch-

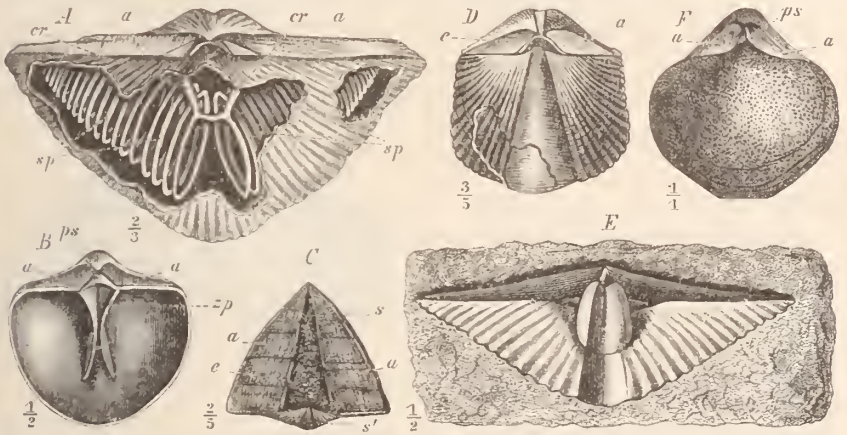



Fig. 308. *Spirifer.* *A Sp. striatus* Sow. Unterkarbon. Yorkshire, England. Die kleinere Klappe ist zum größten Teil fortgenommen, um die Armspiralen (*sp*) zu zeigen, die zwei durch Stiele (*cr*) an dem Schloßrande der Rückenklappe befestigt sind. (Das Querband ist nicht geschlossen!) *B Sp. Mosquensis* Fisch. Oberkarbon. Moskau. Bauchklappe von innen. *C Sp. cuspidatus* Mart. sp. Unterkarbon. Irland. Von oben gesehen. *s* Bauch-, *s'* Rückenklappe. *D Sp. laevicosta* Val. sp. M. Devon. Eifel. *E Sp. macropterus* Gf. U. Devon. Lahneck, Rhein. Schiefergeb. *F Spiriferina rostrata* Schl. sp. Mittl. Lias. Cheltenham, England.
*a* Area; *e* Deltidialspalte; *ps* Pseudodeltidium; *zp* Zahnplatten.

klappe gekennzeichnet. Die Schnabelspitze nicht durchbohrt. Schale faserig, zuweilen durchbohrt. Sind vom Silur — Perm in zahlreichen

Formen vertreten. In der Trias seltener, im Lias verschwindend. Die Hauptgattung

**Spirifer** Sow. (308 *A*—*E*) mit mehreren Untergattungen ist sehr mannigfaltig gestaltet: rundlich, fast quadratisch oder querverlängert, meist gerippt, selten glatt. Häufig eine Bucht in der Bauch-, ein Wulst in der Rückenklappe. Die große, 3eckige Deltidialspalte bleibt offen, oder sie wird von Deltidialplatten geschlossen, die ein Pseudodeltidium bilden können. Kräftige Zahnplatten stützen die Zähne (*B zp*). An die langen Crura heften sich Armspiralen mit zahlreichen Windungen. Das Querband nicht (in *A* irrtümlich) geschlossen. Silur — Perm, besonders zahlreich Devon und Karbon. »Spiriferensandstein« des deutschen Unterdevon. Bei den jüngeren, vom Karbon — Lias reichenden Arten,

**Spiriferina** d'Orb. (308 *F*), ist die Schale perforiert, die Bauchklappe enthält eine ± starke und hohe Mittelleiste, das Querband ist vollständig. Bei

**Cyrtina** Dav. wird die Deltidialspalte der stark verlängerten Area durch ein Pseudodeltidium geschlossen, das oft ein rundes Stielloch einschließt. Die Schale ist durchbohrt. Silur — Trias.

**2. Fam. Koninckinidae.** Kleine, konvex-konkave, faserige Schalen vom Habitus der *Strophomeniden* und *Thecideiden*.

Von diesen unterscheiden sie sich nur durch die Kalkspiralen, die aus 2 Bändern bestehend, wie die Arme der *Strophomenacea* mit den Spitzen gegen die Bauchschale gerichtet sind. In der Trias (*Koninckina Leonardi* Wism. sp. — Cassianer Sch. u. a.) und im Jura, besonders Südeuropas und der Alpen, auch im *Leptaenabett* Mitteleuropas (*Koninckella liasina* Bouch. — Fig. 299 *E* S. 212) verbreitet.

**3. Fam. Atrypidae.** Beiderseits gewölbte, faserige Schalen mit spitzem Schnabel und kleinem Stielloch. Schloßrand gebogen. Die wichtigste Gattung,

**Atrypa** Dalm (309), ist im Silur und Devon weit verbreitet. Die Schale mit Spiralrippen verziert, die von den oft blätterigen oder stacheligen Anwachsstreifen gekreuzt werden (*A*). Die Spiralbänder biegen zuerst nach außen und umfassen die gegen die Mitte der Rückenklappe gerichteten Kegel.

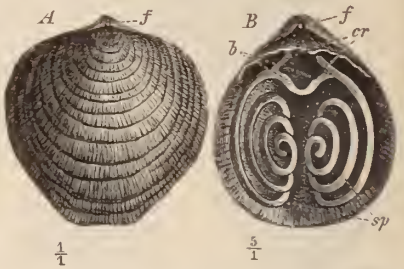



Fig. 309. *A*, *B* *Atrypa reticularis* L. sp. Mittl. Devon. Eifel. *f* Schnabelloch. *B* Junges Exemplar. England. Die kleinere Klappe entfernt. *cr* Stiele (Crura); *b* Verbindungsband der Spiralkegel (*sp*).

**4. Fam. Athyridae.** Kleine bis mittelgroße, glatte oder verzierte Schalen mit kurzem, gebogenem Schnabel. Area fehlt oder klein. Zahlreiche Gattungen vom Silur bis zur Trias.

**Athyris** M'C. [= Spirigera] (310) Schale faserig, nicht gerippt, nur konzentrisch gestreift. Das Armgerüst besitzt einen komplizierteren Bau (*B*)

als bei *Spirifer*: von dem ersten kurzen Spiralumgange (*a*) geht jederseits ein Anhang (*r* aus; die beiderseitigen Anhänge vereinigen sich in einer Platte (*p*). Häufig im Devon und Karbon, seltener bis zum Ende der Trias.

**Retzia** Kng. ist durch Perforation der Schale und meist grobe, radiale Berippung unterschieden. In zahlreichen Arten vom Silur — Trias.

Vom normalen Typus weicht die nur aus den Korallenkalken des Mitteldevons Europas bekannte Gattung

**Uncites** Dfr. mit hohem, übergebogenem Schnabel und großen, vereinigten Deltidialplatten erheblich ab.

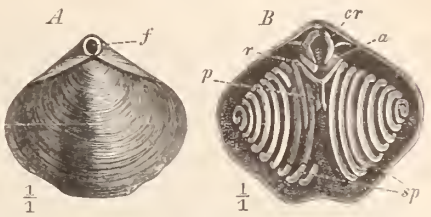



Fig. 310. *A Athyris concentrica* v. B. sp. M. Devon. Eifel. *f* Schnabelloch. *B A. ambigua* Sow. Unterkarbon. England. Ansicht der Rückenklappe. *sp* Spiralkegel; *a* erster Spiralumgang; *r* mittlere Anhänge, sich in einer Platte (*p*) vereinigend; *cr* Stiele.

## 8. Ordn.: Terebratulacea.

Nach dem Vorhandensein eines schleifenartigen Armgerüstes faßt man unter dieser Gruppe einige paläozoische und die Mehrzahl der mesozoischen und jüngeren Formen trotz ihrer sonstigen Verschiedenheiten zusammen. Nach der Ausbildung der Schleife verteilt man die Mehrzahl in 2 Familien.

1. **Terebratulidae.** Schleife frei, nicht durch eine Mittelleiste mit der Rückenklappe verwachsen (312 *B*, *D*).

2. **Terebratellidae.** Schleife durch eine Mittelleiste mit der Rückenklappe verwachsen (314 *A*).

**1. Fam. Terebratulidae.** Die Schleife kann kurz oder lang sein; sie kann aus 2 einfachen, vorn (unten) vereinigten Ästen bestehen oder diese biegen sich wieder aufwärts (313 *Ba'*), bevor sie sich durch eine Querbrücke vereinigen (*q*). Weitere wichtige Unterscheidungsmerkmale sind in dem Auftreten einer Mittelleiste der Rückenklappe gegeben. Im Paläozoikum noch selten, im Mesozoikum sehr häufig, lebend in zahlreichen Arten.

A. Schleife einfach, ohne aufsteigende Schenkel, die absteigenden in einer Platte (ähnlich 311 *F*) vereinigt. Rückenklappe ohne Mittelleiste.

Hierher gehören eine Anzahl paläozoischer und triadischer Gattungen, z. T. von beträchtlicher Größe wie

**Rensselaeria** Hll. u. Verw. Eiförmig verlängerte, radial gestreifte oder glatte Schalen, die besonders im Devon N. Amerikas und Europas verbreitet sind.

B. Schleife einfach, dem Schalenrande folgend, erst aufwärts, dann gegen die Rückenklappe zu abwärts steigend (311 *B*). Rückenklappe mit Mittelleiste.

**Stringocephalus** Dfr. (311) ist der einzige, ganz isoliert stehende Vertreter dieser Gruppe. Die große, glatte Schale besitzt einen hohen übergebogenen Schnabel (*A*) mit großer Area (*a*) und weitem Stielloch (*f*) zwischen den Deltidialplatten (*d*). Ein enormer, gespaltener Schloßfortsatz (*B sf*) umfaßt die hohe Mittelleiste (*s*) der Bauchklappe. Diese dickschalige Gattung findet sich als Korallenriffbewohner im M. Devon (*Stringocephalenkalk*) in Europa, im Ural und in N. Amerika.

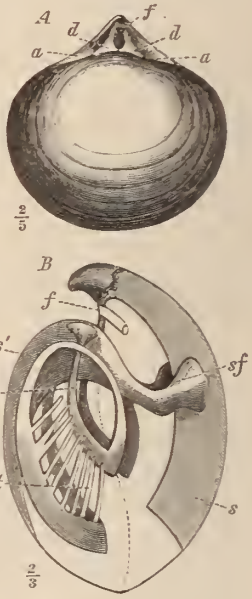



Fig. 311. *Stringocephalus Burtini* Dfr. sp. M. Devon. Paffrath b. Köln. *A* Schale gegen die Rückenklappe gesehen. *B* restaurierte Innenansicht, von der Seite. *f* Schnabelloch; *d* Deltidialplatten; *a* Area; *s* Mittelleiste der größeren, *s'* der kleineren Klappe; *cr* Crura; *st* Fortsätze der Schleife; *sf* gespaltener Schloßfortsatz.

C. Schleife kurz oder lang, mit aufsteigenden Schenkeln. Schloßrand gerade oder gebogen.

**Terebratula** [im weiteren Sinne] (312, 313). Schale beiderseits gewölbt oder eine Klappe eingedrückt, glatt oder radial berippt, zuweilen auch gefaltet. Schnabel meist kurz und übergebogen, durchbohrt und abgestutzt. Das Armgerüst bildet eine mit Hilfe zweier Stiele (*cr*) befestigte Schleife von **W**-förmiger Gestalt. Dieselbe besteht aus 2 absteigenden (*a*) und 2 aufsteigenden Ästen (*a'*). Die Crura endigen meist in spitzen Fortsätzen (— 312 *D cf*, *F cf*; 313 *B cf*), die nur selten zu einem Bande verschmelzen (312 *B cf*). Die Deltidialplatten befinden sich unterhalb (313 *A d*) oder auch seitlich vom Schnabelloche (312 *A d*). Die Schloßzähne werden häufig durch Zahnplatten gestützt.

Die mesozoische Brachiopodenfauna erhält durch das Überwiegen der *Terebrateln* über alle andern *Brachiopoden* ihr eigentümliches Gepräge. Mehrere hundert Arten sind bekannt; davon kommen nur wenige in paläozoischen Schichten vor. Wegen der großen Formenmannigfaltigkeit hat man sich zur Unterscheidung zahlreicher, zum Teil sehr gut charakterisierter Gruppen oder Untergattungen genötigt gesehen, deren wichtigste hier aufgeführt werden, weil sie von hoher geologischer Bedeutung und wohl auch von sehr verschiedenartiger Abstammung sind.

A. Schalenoberfläche mit feinen radialen Streifen bedeckt. Schleife kurz. Schloßrand gerade oder schwach gebogen. Schnabelloch groß (312 *A*, *K*).

a) Schale ungefaltet oder schwach gefaltet. Rückenklappe oft mit ohrförmigen Ausbreitungen. Cruralfortsätze zu einem Querband 312 *B cf*) verwachsen. Jura — Lebend. (312 *A*, *B* — **Terebratulina**.)

b) Schale gefaltet. Rückenklappe mit Mittelwulst und 2 einschließenden Falten. Dogger — Neocom. (312 *K* — **Dictyothyris.**)

*T. coarctata* Park. (312 *K*). Ob. Dogger. England, Frankreich.

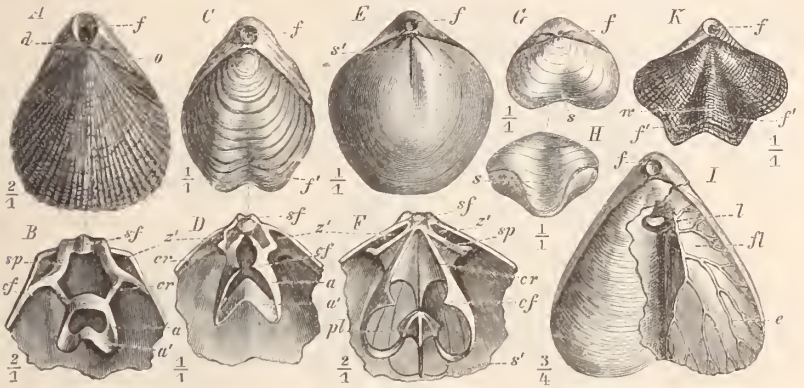



Fig. 312. *Terebratula*. *A*. *B T. (Terebratulina) gracilis* Schl. Senon. Dover, England. *B* Rückenklappe von innen. *C*, *D T. biplicata* Sow. Cenoman. Warminster, England. *D* wie *B*. *E*, *F T. (Coenothyris) vulgaris* Schl. U. Muschelkalk. Recoaro, Südalpen. *F* wie *B*. *G*, *H T. (Pygope) Aspasia* Men. Mittl. Lias. Sizilien. *H* von unten gesehen. *I T. (Pygope) diphya* Col. Ob. Malm (Tithon). Trient, Südtirol. *K T. (Dictyothyris) coactata* Park. Ob. Dogger. England.

Rückenklappe: *o* Ohr; *s'* Mittelleisten; *w* Wulst; *s* Sinus; *f'* Falte; *l* Mittelloch; *fl* Flügel; *e* Gefäßeindrücke; *sf* Schloßfortsatz; *z'* Zahngrube; *sp* Zahngrubenplättchen; *cr* Crura; *cf* Cruralfortsatz; *a* absteigender, *a'* aufsteigender Ast der Schleife; *pl* Schleifenplatte. Bauchklappe: *f* Schnabelloch; *d* Deltidialplatten.

B. Schalenoberfläche glatt oder grob gefaltet, nie fein gestreift.

a) Rückenklappe ohne deutliche Mittelleiste.

α) Schale beiderseits mehr oder minder regelmäßig gewölbt oder am Stirnrand gefaltet (meist mit 2 Falten in beiden Klappen). Arealkanten undeutlich. Schnabelloch groß. Devon — Lebend. Hauptsächlich mesozoisch.

(312 *C*, *D* — **Terebratula** s. str. [**Biplicatae**].

β) Rückenklappe mit tief zurückgebogenem Sinus (312 *G s*, *H s*) oder Schale dreieckig und meist gelocht (312 *I l*). Arealkanten meist scharf. Schnabelloch gewöhnlich klein. Jura und unt. Kreide.

(312 *G* — *I* — **Pygope.**)

1. Schale niedrig, nicht verlängert [**Nucleatae**].

2. Schale dreieckig, hoch, meist von einem Loche durchbohrt (312 *I l*). In der Jugend von der Form der *Nucleatae*, aus denen sie durch flügelartige Verlängerung der Schale nach unten und Verwachsen der Flügel (*I fl*) entstehen. [**Diphyae**].

Bezeichnend für die tithonische Facies des oberen südeuropäischen Malm (Diphya-Kalk); seltener im unt. Neocom.

b) Rückenklappe mit deutlicher Mittelleiste (*s'*), die oft durch die Schale durchschimmert.

$\alpha$) Schleife die Schalenmitte nicht erreichend. Die aufsteigenden Arme in einer Platte (312 *Fpl*) vereinigt. Schnabelloch groß. Gestalt wie *Terebratula*. Trias. (312 *E*, *F* — **Coenothyris.**)

*T. vulgaris* Schl. (312 *E*, *F*). Leitfossil für den Muschelkalk. »Terebratulabänke«.

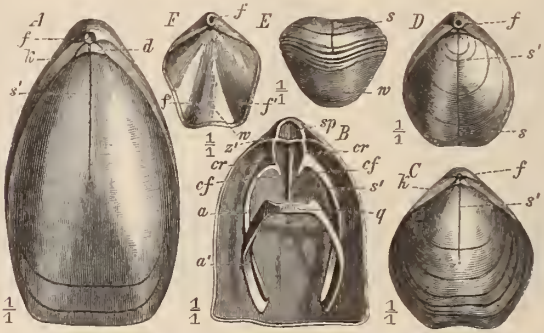



Fig. 313. *Terebratula*. *A (Zeilleria) lagenalis* Schl. sp. Oberer Dogger (Cornbrash). England. *B T. (Zeilleria) digona* Sow. Oberer Dogger (Great Oolite). England. Innenansicht der Rückenklappe. *C T. (Zeilleria) numismalis* Lmk. Mittlerer Lias. England. *D, E T. (Aulacothyris) impressa* Br. Unteres Oxford (Impressathone). Schwaben. *E* Ansicht von unten. *F T. (Antiptychina) bivallata* Desl. Oberer Dogger. La Voulte, Ardèche. *f* Schnabelloch; *k* Arealkanten; *d* Deltidialplatten; *s'* Mittelleiste; *w* Wulst; *f'* Falte; *s* Sinus; *sp* Zahngrubenplättchen; *z'* Zahngrube; *cr* Crura; *cf* Cruralfortsätze; *a* absteigender, *a'* aufsteigender Ast der Schleife; *q* Querband.

$\beta$) Schleife bis zur oder (meist) über die Schalenmitte reichend. Die aufsteigenden Äste durch Querband vereinigt. Arealkanten meist scharf.

1. Schnabelloch sehr groß. Dogger — Lebend. Schale mit zahlreichen, nie mit wenigen Falten, oder glatt. (**Eudesia.**)
2. Schnabelloch meist klein; wenn mäßig groß, Schale mit wenigen Falten.

* Schale ungefaltet oder mit korrespondierenden Wülsten oder Falten auf beiden Klappen. Trias — Eocän, hauptsächlich Jura. (313 *A* — *C* — **Zeilleria Cinctae**.)

** Rückenklappe mit langem mittleren Sinus, größere mit entsprechendem Wulst. Trias — Unt. Kreide, hauptsächlich Jura. (313 *D*, *E* — **Aulacothyris.**)

*** Rückenklappe mit langem und tiefem Sinus, der durch einen Mittelwulst in 2 Falten zerlegt ist. Silur — Unt. Kreide. (313 *F* — **Antiptychina.**)

**2. Fam. Terebratellidae.** Schalen meist gefaltet, mit geradem Schloßrand und breiter niedriger Area (314); häufig klein. Devon — Gegenwart.

Schon aus devonischen Schichten kennt man eine weit verbreitete Gattung,

**Tropidoleptus** Ill., die vielleicht hierher zu stellen ist, trotz ihres *Leptaena*-artigen Habitus. Die mesozoischen und jüngeren Formen erinnern durch

ihre Form, Area und Berippung vielfach an *Athyriden*, i. B. an *Retzia*, was auch von manchen Terebratuliden gilt.

**Terebratella** d'Orb. (314 *A*, *B*), vom Lias — Gegenwart verbreitet, häufig in der Kreide, besitzt eine gerippte Schale und geraden oder schwach gebogenen Schloßrand. Verwandte, ebenfalls gerippte Gattungen, wie *Megerlea* King. (314 *C*) vom Jura — Gegenwart bekannt. Kleine glatte Formen, wie *Kingena* Dav. (314 *D*), *Magas* Sow. (314 *E*) im Jura und Kreide verbreitet. Auch eine Anzahl Gattungen tertiär und lebend.

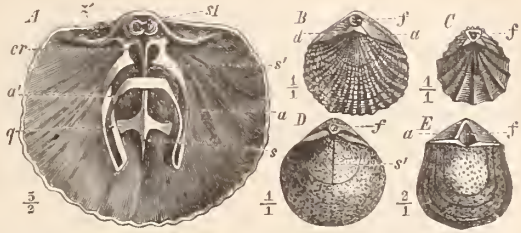



Fig. 314. *Terebratella*. *A*, *B* *T. Menardi* Lk. sp. Aptien. Farringdon, England. *A* Rückenklappe von innen. *z'* Zahngruben; *sI* Schloßfortsatz; *cr* Crura; *a* absteigender, *a'* aufsteigender Ast der Schleife; *q* Querband, welches den absteigenden Ast (*a*) mit der Mittelleiste (*s*—*s'*) verbindet. *C* *T. (Megerlea) pectunculus* Schl. sp. Ob. Malm. Franken. *D* *T. (Kingena) lima* Dfr. sp. Senon. England. *E* *T. (Magas) pumilus* Sow. Senon. England. *B*—*E* *f* Schnabelloch; *a* Area; *d* Deltidialplatten; *s'* Mittelleiste.

## Geologische Verbreitung der Brachiopoden.

Die *Brach.* sind schon in kambrischen Schichten durch mehrere gut getrennte Stämme vertreten, deren Zahl im Silur noch zunimmt. Einige derselben lassen sich durch alle Formationen hindurch wenig oder gar nicht verändert bis zur Gegenwart verfolgen, wie *Lingula*, *Discina*, *Crania*, *Rhynchonella*. Andrerseits enthält die kambrisch-silurische Fauna inartikulate Formen, aus denen sich wohl später artikulate entwickelt haben, wie die *Oboliden*, *Siphonotretiden* usw. Das Überwiegen inartikulater und größtenteils hornschaliger Gestalten verleiht der kambrischen Fauna ihr besonderes Gepräge.

Zur paläozoischen Zeit dominieren *Strophomenacea*, *Pentameracea* und *Spiriferacea*. Manche derselben verschwinden schon mit dem Devon wie die *Pentameracea*, andre wie die *Strophomenacea* treten meist mit Ende der paläozoischen Zeit in den Hintergrund, haben sich aber in jüngeren Formationen z. T. in der Form der unscheinbaren *Koninckiniden* bis ins Mesozoikum oder der *Thecideiden* bis zur Gegenwart erhalten, während die *Coralliopsiden* als eine eigenartige Modifikation am Schluß des Paläozoikums entstehen und jünger nicht mehr bekannt sind. *Spiriferiden* verschwinden anscheinend im Jura, aber manche derselben bes. *Athyriden* dürften unter den *Terebratulacea* fortleben, wie gewisse *Strophomeniden* (*Orthis*) unter den *Rhynchonellacea* (*Rhynchonellina*).

Während des Mesozoikums treten *Terebratulacea* und *Rhynchonellacea* immer mehr in den Vordergrund und sie dominieren noch in der heutigen Fauna, in der Formen mit Kalkspiralen vollständig fehlen, gerüstlose aber nur spärlich vertreten sind.

# VII. Kreis: Mollusca (Weichtiere).

Der weiche, ungegliederte Körper der *Mollusca* oder Weichtiere besitzt einen zweiseitig symmetrischen Bau. Ein bauchständiger Muskel, der Fuß, dient zur Fortbewegung; der größte Teil des Körpers, besonders das Atmungsorgan, wird von einem Hautlappen, dem Mantel, umhüllt, welcher in der Regel eine einfache oder aus zwei Stücken bestehende Kalkschale absondert. Gegliederte Anhänge sind nie vorhanden. Das Nervensystem besteht aus 3 Hauptganglienpaaren. Fortpflanzung geschlechtlich.

Die Mehrzahl der Weichtiere lebt im Wasser, nur die Landschnecken sind dem Aufenthalte auf dem Lande angepaßt. Unter den Wasserbewohnern überwiegen die marinen über die limnischen, die aus ihnen entstanden sind.

Die gut erhaltbaren Schalen der Mollusken sind in allen fossilführenden Formationen häufig und liefern wertvolle Leitfossilien, zumal ihre horizontale Verbreitung vielfach sehr weit, ihre vertikale oft beschränkt ist.

### Einteilung der lebenden Mollusca.

A. Tier ohne gesonderten Kopf. Schale zweiklappig, die beiden Klappen durch ein elastisches Band verbunden. Zunge und Kiefer fehlen.
1. Klasse: **Lamellibranchiata** (Muscheltiere).

B. Tier mit gesondertem Kopf. Schale meist einfach, spiral gewunden, röhren- oder napfförmig.
a) Kopf undeutlich vom Tiere geschieden, Mund nicht von Armen umgeben. Fuß kompakt. Schale meist vorhanden, solid, gewöhnlich unsymmetrisch spiral gewunden, zuweilen verkümmert.
2. Klasse: **Gastropoda** (Bauchfüßler, Schneckentiere).
b) Kopf deutlich vom Tiere geschieden, mit 8 oder 10 Armen. Fuß trichterförmig. Schale fast immer symmetrisch, oft innerlich oder verkümmert.
3. Klasse: **Cephalopoda** (Kopffüßler, Tintenfische).

## 1. Klasse: Lamellibranchiata. Muscheltiere.

(= *Pelecypoda*, *Conchifera*, *Bivalvia*, *Acephala*.)

Die *Lamell.* sind kopflose, zweiseitig symmetrische, ausschließlich im Wasser lebende Tiere, deren zweilappiger Mantel eine 2-klappige Schale absondert. Die beiden Klappen werden durch ein elastisches Band zusammengehalten und zum Klaffen gebracht, durch Muskeln geschlossen. Kauwerkzeuge fehlen. Die Kiemen sind paarige Anhänge von blättriger Gestalt. Ein keilförmiger Fuß dient zur Fortbewegung, falls das Tier nicht festgewachsen ist.

Die Weichteile werden von 2 Mantellappen umschlossen (3 1 4 *Am*), die oben stets vereinigt, sonst frei sind oder bis auf 3 (2) Öffnungen verwachsen sein können: (1 vordere für den Austritt des Fußes und 2 hintere,

von denen die untere (319 *Ak*) dem Eintritt, die obere dem Austritt des Afterwassers und der Nährstoffe bez. Exkremente dient (319 *Aa*). Sie werden als Kiemenöffnung und Afteröffnung unterschieden und sind zuweilen in Röhren — Kiemensipho, Aftersipho (314 *A k, a*) — ausgezogen. Die Kiemen (314 *k*) hängen als einfaches oder doppeltes Paar innerhalb des Mantels (*m*) frei oder (besonders hinter dem Fuße) verwachsen herab und umschließen einen Teil der Eingeweide, besonders Verdauungskanal (*d*), Genitalorgane und Fuß (*f*), während Herz (*h*) u. a. oberhalb der Kiemen gelegen sind. Die Nahrung wird dem vorn gelegenen Munde durch eine randliche Flimmerrinne der Kiemen zugeführt.

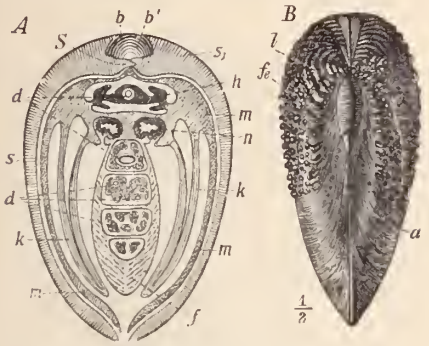



Fig. 314. *A* Schematischer Querschnitt durch ein Muschcltier. *s* L, $s_1$ R Klappe; *S* Schloß; *b* Außen-, *b'* Innenband; *m* Mantel; *k* Kiemen; *f* Fuß; *d* Darm; *h* Herz; *n* Nieren. *B* Eine gleichklappige Muschel von oben und hinten gesehen. L(inke) Kl(appe) links, R(echte) Kl(appe) rechts. Vorn liegt oben, hinten liegt unten. Das Band (*l*) liegt hinter den nach vorn gerückten Wirbeln. *fe* Feld; *a* Arca.

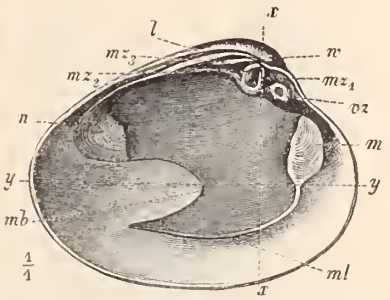



Fig. 315. Die L. Kl. einer Muschel von innen. Vorderrand rechts, Hinterrand links. *x—x* Höhe, *y—y* Länge der Schale; *w* Wirbel, dem Vorderrande genähert; *l* Band, hinter dem Wirbel gelegen; *m* vorderer, *n* hinterer Muskeleindruck; *ml* Mantellinie; *mb* Mantelbucht; *vz* vord. Seitenzahn; $mz_1$, $mz_2$, $mz_3$ vord., mittl. und hint. Hauptzahn.

**Die Schale** (314 *s*, $s_1$) wird vom Mantel abgesondert und schließt ihn ein. Sie besteht aus 2 gewölbten, gleichen (314 *B*), oft auch ungleichen Klappen (gleichklappig — ungleichklappig), die wie die Mantellappen und Kiemen zu beiden Seiten der Mittelebene liegen (314 *A*). Betrachtet man das Tier von hinten und oben (314 *B*), so liegen die Klappen links und rechts von der Mittelebene. Auf der äußeren Schalenfläche zeigen sich abgesehen von sonstigen Verzierungen konzentrisch verlaufende Zuwachslinien oder -runzeln, deren Ausgangsstelle der Schalenanfang oder Wirbel (315 *w*) ist. Stellt man diesen nach oben, so ergeben sich die Bezeichnungen Länge (*y—y*), Höhe (*x—x*) und Dicke der Schale, sowie Vorderrand, Unterrand, Hinterrand und Oberrand (oder Schloßrand).

Das Öffnen und Schließen der Klappe geschieht nun durch zwei antagonistisch wirkende Einrichtungen:

a) **Die Schließmuskeln.** Diese sind an der Innenseite der Klappen je eine vorn über dem Munde und hinten über dem After angeheftet und bringen durch Kontraktion den Zusammenschluß der Schale zu stande. Sie sind ungefähr gleich stark (*Isomyaria*) oder ungleich (*Anisomyaria*) bis

zum vollständigen Verschwinden des vordern (*Monomyaria*). Ihre Ansatzstellen werden auf der Innenseite jeder Klappe als meist vertiefte Eindrücke, Muskeleindrücke (315 *m*, *n*), sichtbar. Die Linie, welche dem unteren Schalenrande ± parallel laufend, die beiden Eindrücke verbindet, Mantellinie (*ml*), gibt die Strecke an, auf welcher die Mantellappen mit der Schale verwachsen sind. Diese Linie verläuft einfach bei den *Integripalliata* (318 *m*—*n*). Sind die Mantellappen verwachsen und Siphonen entwickelt (319), so erscheint sie hinten ± tief ausgebuchtet — Mantelbucht (315 *mb*) (*Sinupalliata*). Kleinere Muskeleindrücke über oder hinter den Schließmuskeln bezeichnen die Ansatzstellen der Fußmuskeln (338 *B fm*). Durch die Tätigkeit der Schließmuskeln ist die ursprünglich wohl einfache Röhrenschale oben der Länge nach geknickt und gebrochen worden und aus dem gebrochenen Schalenstreifen hat sich ein elastisches Verbindungstück, das

b) **Band** oder Ligament gebildet (314 *A b*, *b'*). Sein äußerer Teil (*b*) besteht aus einer dunkeln, hornigen, in Säuren und Alkalien unlöslichen Conchiolinmasse, die der Schalenepidermis entspricht, sein innerer Teil (*b'*) ist hell, knorpelartig, kalkhaltig, in Alkalien löslich und aus der Schalenmasse selbst hervorgegangen. Dieser Bandknorpel ist elastisch, wird beim Schließen der Schale zusammengedrückt und bringt bei Nachlassen der Muskeln durch Ausdehnung die Schale zum Klaffen. Zuweilen dehnt sich das Band noch über den ganzen Oberrand der Schale aus (326 *B ba*), meist liegt es dicht hinter den Wirbeln (314 *Bl*), oft von Kalkleisten des Schalenrandes (Nymphen) seitlich begrenzt. Meist ist es von außen sichtbar — äußerliches Band, seltener rückt es teilweise oder ganz ins Innere der Schale — innerliches Band (317 *Bl*). In besonderen Fällen kann es ganz verschwinden.

**Das Schloß.** Ähnlich wie bei den *Brachiopoden* sind die oberen Angel- oder Schloßränder der Schale ± verdickt und zu einer Schloßplatte verbreitert und mit leisten- oder hakenförmigen Vorsprüngen, Zähnen, versehen. Bei den Muscheln wechseln aber i. A. Zähne und Zahngruben in beiden Klappen regelmäßig miteinander ab (318) und stehen meist in größerer Zahl als dort. Ihr Auftreten und ihre Ausbildung unterliegen großen Schwankungen. Bei vielen paläozoischen und auch jüngeren Formen fehlen Zähne ganz oder erscheinen nur undeutlich und ungesetzmäßig entwickelt; bei der Mehrzahl der Meeresformen finden sich ± regelmäßige Zahnformen, die aber unter Umständen, z. B. beim Übergang von der marinen zur limnischen Lebensweise flüssig werden und ganz verschwinden können. Die wichtigsten Typen sind folgende:

a) das taxodonte (Reihenschloß — 316) besteht aus zahlreichen, ± gleichartigen Kerbzähnen, die i. A. senkrecht auf der ganzen Länge des Schloßrandes stehen und ± symmetrisch verteilt sind. Diese Zahnbildung hat sich bei einer Gruppe (*Taxodonta*) konstant erhalten.

b) Das plagiodonte (Schiefzahnschloß — 367). Eine geringere Zahl meist langer, leistenförmiger Zähne zieht schräg oder dem Oberrande folgend nach hinten. Kommt besonders bei schiefen (anisomyaren) Muscheln vor.

c) Das heterodonte Schloß (318) besteht aus wenigen, verschieden gestalteten, i. A. vom Wirbel radial ausstrahlenden Leisten- oder Hakenzähnen. Oft unterscheiden sich die seitlichen dem Schalenrande ±

parallel laufenden Seitenzähne (*d*, *g*) von den Haupt- oder Wirbelzähnen (*a*, *b*, *c*, *e*, *f*). Als besondere Abteilungen des heterodonten Schlosses können noch unterschieden werden:

1. das schizodonte Schloß (333 *B*, *C*), ausgezeichnet durch einen gespaltenen Dreieckszahn der linken Klappe (*C mz*), in dessen Höhlung kein Zahn der rechten Klappe (*B*) eingreift.
2. Das pachyodonte Schloß (353, 357, 362); besteht aus dicken, wulstigen, gebogenen oder zapfenförmigen Zähnen. Bei dem

d desmodonten Schloß (317) fehlen eigentliche Zahnbildungen fast ganz, aber das innere Band wird hier oft von einem zahnartigen Löffel getragen.

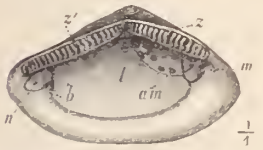



Fig. 316. Taxodontes Schloß (*Leda*). L. Kl. von innen. *l* Bandgrube; *z* die vord., *z'* die hint. Reihenzähne; *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *b* Mantelbucht; *am* accessorische Muskeleindrücke.

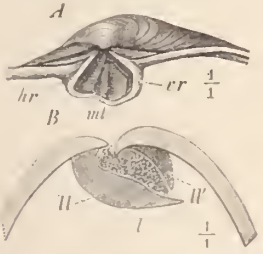



Fig. 317. Desmodontes Schloß (*Mya*). *A* Schloßrand der L. Kl. mit dem löffelartigen Bandträger. *vr* Vorder-, *hr* Hinterrand; *ml* Mittelleisten. *B* Querschnitt durch die Wirbel beider Klappen. Links L., rechts R. Klappe. Das Band *l* wird jederseits von einem Ligamentlöffel (*ll*, *ll'*) getragen.

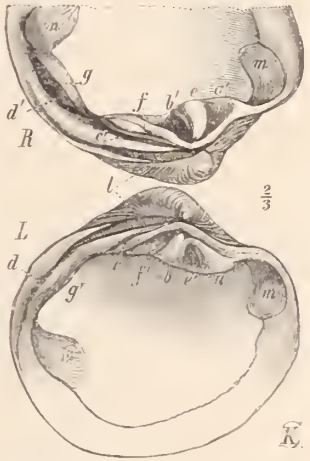



Fig. 318. Heterodontes Schloß (*Cyprina*). *R* = rechte, *L* = linke Klappe von innen. *L* zeigt den vord. (*m*) und hint. (*n*) Muskeleindruck und die beide verbindende ganzrandige Mantellinie. *l* Bandgrube, vom Wirbel nach hinten ziehend. Die Hauptzähne der L. Kl., *a*, *b*, *c*, wechseln mit den Hauptzähnen der R. *e*, *f*. ab und greifen in die entsprechenden Zahngruben, *a'*, *b'*, *c'*, ein, desgl. die Hauptzähne der R. Kl. L. Kl. mit einem hint. Seitenzahne *d*, in die hint. Zahngrube der R. *d'* passend. Der hint. Seitenzahn der R. (*g*) greift hinter denjenigen der L. Kl. (*g'*).

Für die Unterscheidung der größeren und kleineren Abteilungen sind noch folgende Merkmale wichtig.

Die Wirbel liegen in der Regel vor (318), nicht selten in (316), ausnahmsweise hinter der Mitte (349) der Schale; sie sind i. d. R. nach vorn gebogen (315 *w*) oder eingerollt, selten nach hinten (333). Ein abgegrenztes Feld vor dem Wirbel heißt Möndchen (*lunula* — 342 *Blu*, *Clu'*), ein hinter dem Wirbel gelegenes: Feldchen (314 *B fe*). Vom Wirbel zieht häufig eine ± ausgesprochene Kante (333 *A k*) nach der Ecke zwischen Hinterrand und Unterrand; sie trennt als Arealkante ein hinteres Feld (*area* — 331 *A a'*) von der Schale ab. Um eine gleichmäßige Orientierung zu ermöglichen, sollte man

die Schale so stellen, daß die beiden Muskeleindrücke in eine Horizontale (319 $m—n$) zu liegen kommen. Sind die Muskeln gleich (*Isomyaria A*), so läuft die Schloßlinie ($x—x$) i. A. parallel mit der Muskellinie ($m—n$), sind sie ungleich (*Heteromyaria B*), spitzwinkelig und ist der vordere Muskel ganz verschwunden (*Monomyaria C*), nahezu senkrecht zu ihr. Gewöhnlich wird aber der Schloßrand horizontal gestellt, wobei dann im letzteren Falle die Vorderseite nach unten gerichtet erscheint (*C*).

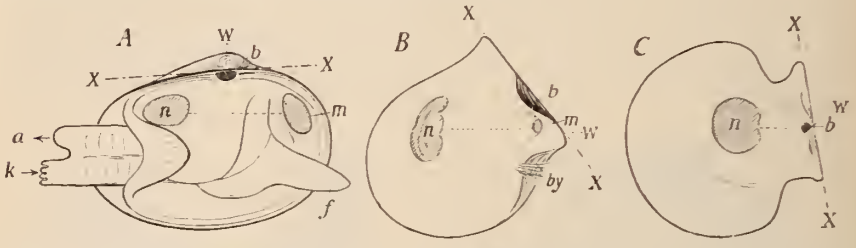



Fig. 319. Verhältnis der Schloßlinie ($x—x$) zur Muskellinie ($n—m$) bei *Isomyariern* (*A*), *Heteromyariern* (*B*) und *Monomyariern* (*C*). *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *b* Band; *by* Byssus; *f* Fuß; *k* Kiemen-, *a* Aftersipho; *w* Wirbel.

Schalenstruktur. Die Schale besteht aus Kalkkarbonat. Die äußere Schicht ist Kalkspat von prismatischer Struktur, fossil stets gut erhalten: die innere Lage ist blätterig, porzellanartig oder perlmutterig und besteht aus Aragonit, der bei fossilen Schalen fortgeführt oder in Kalkspat umgewandelt ist. Eine braune Conchiolinlage (Epidermis) überzieht, namentlich bei Süßwassermuscheln stark entwickelt, die Oberfläche.

Lebensweise. Die Muscheltiere besitzen meist eine freie Bewegung, indem sie mit Hilfe ihres Fußes kriechen, springen oder bohren. Manche schwimmen frei. Häufig heftet sich das Tier mit Hilfe chitinartiger Fußfäden, des sog. Byssus (319 *B by*), an andern Gegenständen fest. Ein Ausschnitt der Schale im vorderen Teile derselben (Byssusausschnitt — 367 *a*) bezeichnet die Stelle, wo der Byssus austritt. Diejenigen Muscheln, welche mit einer Klappe auf einer Unterlage direkt aufwachsen (*Ostrea*, *Chama*, *Pachyodonta*) besitzen eine ± unregelmäßige und ausnahmslos ungleichklappige Schale.

Die Mehrzahl der Muscheltiere lebt im Meere, höchstens $^1/_5$ aller im Süßwasser. Manche können im braekischen und Salzwasser oder im süßen und Brackwasser gleich gut fortkommen. Die marinen Formen leben vorzugsweise in geringen Tiefen (von 0—35 Faden). Aus Tiefen über 200 Faden sind nur wenige bekannt geworden. Die Zahl der lebenden Arten beträgt etwa 5000; fossile kennt man über 10000.

**Klassifikation.** Man verfolgt schon vom Silur an mehrere getrennte Stämme der *Lam.*, denen aber zumeist gewisse primitive Merkmale zukommen: sie besitzen zumeist dünne, vielfach unverzierte Schalen, schwach entwickelte, aber ± gleiche Muskeleindrücke und ein dünnes, äußerliches Band; Zähne fehlen vielfach oder sind unregelmäßig faltig. Eine Mantelbucht (Siphonen) fehlt. (*Palaeoconchen*). Wichtige Unterschiede sind aber in der Ausbildung der Muskulatur und in der mit der Lebensweise zusammenhängenden Gesamtgestaltung der Schale sowie in dem Charakter der Zähne gegeben. Hiernach gruppieren wir wie folgt:

A. **Isomyaria.** Die beiden Schließmuskeln ungefähr gleich entwickelt. Schale i. A. oval und gewölbt. Wirbel selten nach vorn gerückt.
   a) Schalen ± verlängert, röhrenförmig. Schloß desmodont. Band äußerlich oder innerlich, hinter dem Wirbel. Mantelbucht sehr frühzeitig entwickelt. **1. Desmodonta.**
   b) Schalen meist oval, gewölbt. Bezahnung taxodont. Mantelbucht fast nie entwickelt. **2. Taxodonta.**
   c) Schalen meist oval oder rundlich gewölbt. Bezahnung heterodont. Mantelbucht spät erscheinend. Band meist kurz. **3. Heterodonta.**

B. **Anisomyaria.** Die beiden Schließmuskeln ungleich entwickelt, der vordere zuweilen ganz verschwunden. Schalen i. A. schief. Bezahnung meist plagiodont oder fehlend. Wirbel meist nach vorn gerückt.
   a) Schalen ± gewölbt, verlängert, gleichklappig. Bezahnung schwach oder fehlend. Vorderer Muskel klein, aber nicht fehlend. **4. Mytilacea.**
   b) Schalen ± flach, verbreitert, meist ungleichklappig. Bezahnung plagiodont oder fehlend. Vorderer Muskel fehlt oft ganz. **5. Aviculacea.**

## A. Isomyaria.

### 1. Desmodonta.

Die Schalen dieser in Sand, Schlamm u. dergl. bohrenden Muscheln sind i. A. dünn, röhrenförmig verlängert. Die Wirbel meist nach vorn gerückt. Band äußerlich oder innerlich und dann häufig an einen löffel- oder zahnartigen Vorsprung geknüpft. Schloß fehlt oder kümmerlich entwickelt. Verzierungen beschränken sich auf Zuwachsfalten oder gekörnelte Radialrippen. Silur — Gegenwart. Ausschließlich marin.

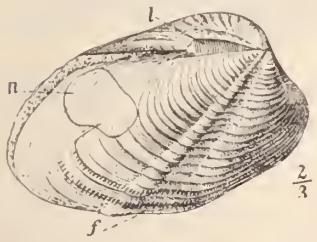



Fig. 320. *Grammysia bisulcata* Conr. sp. M. Devon. N. York. Gegen die R. Kl. gesehen. *l* Band; *n* hint. Muskeleindruck; *f* Schalenfalten.

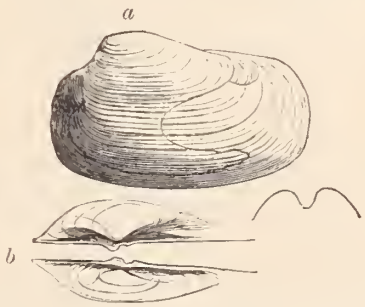



Fig. 321. *Pleuromya peregrina* d'Orb. Ob. Callovien. Choroshowo b. Moskau. Steinkern. *a* Ansicht der L. Kl., die Mantelbucht zeigend. *b* L. (unten) und R. (oben) Kl. von oben, Vorsprünge und Ausbuchtungen des Schloßrandes sichtbar. Rechts Querschnitt durch die Wirbelgegend; der Schloßrand der R. Kl. (links) greift über den der L. (rechts) ein wenig über.

Diese Gruppe ist schon im Paläozoikum reichlich vertreten durch Formen mit äußerlichem Band (320 *l*) und ganzrandiger Mantellinie, wie

**Grammysia** Vern. (320). Über die gleichklappige, konzentrisch gestreifte Schale laufen 2 Falten (*f*) nach rückwärts. Die Wirbel liegen nach vorn und

sind eingekrümmt. Zähne fehlen. Silur; häufig in feinsandigen Gesteinen des Devon. Im Mesozoikum sind ähnliche, aber glatte Formen weit verbreitet; sie weisen aber zumeist eine deutliche Mantelbucht (321 *a*, 322 *B b*) auf, wie

**Pleuromya** Ag. (321) mit abgestutzter Vorderseite. Ein dünner Vorsprung der rechten Klappe greift über den der linken über. Das Band liegt halb innerlich. Trias — Kreide, häufig. Bei der nahestehenden, im Jura häufigen

**Gresslya** Ag. (322) klafft die verlängerte Schale hinten oder auch vorn. Die rechte Klappe greift deutlich über die linke über (*B*) und besitzt am Schloßrande eine Bandleiste (*Bl*). Äußerlich bleibt das Band bei den mehr gleichseitigen, aber stark klaffenden Schalen von

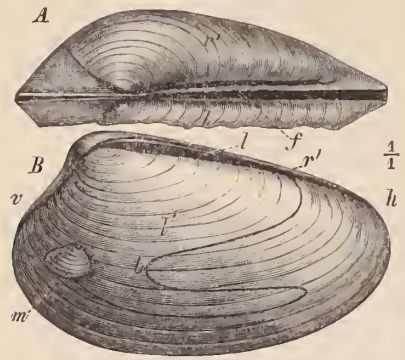



Fig. 322. *A, B Gresslya gregaria* Gf. sp. Mittl. Dogger. Schwaben. *A* Ansicht des Schloßrandes. Steinkern. *f* die Furche, welche die Bandleiste auf dem Steinkern zurückläßt. *r* R., *l* L. Kl. *B* Ansicht der L. Kl. (*l'*) und des überragenden Teiles der R. (*r'*). *l* Bandleiste der R. Kl. *m* vord. Muskeleindruck; *b* Mantelbucht; *v* vorn; *h* hinten.

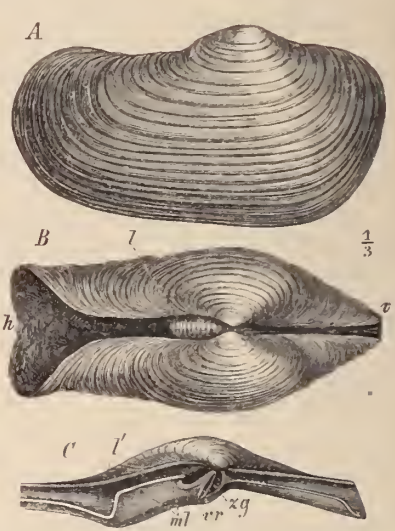



Fig. 323. *A—C Panopaea. A, B P. Menardi* Desh. Miocän. Wiener Becken. *A* Ansicht der R. Kl. *B* beide Kl. von oben. *l* Band; *v* vorn; *h* hinten. *C* Schloßrand der L. Kl. von *P. Aldrovandi* Men. Recent. *l'* Bandgrube, nach innen durch eine starke Leiste (*ml*) begrenzt; *zg* Grube für den Zahn der R. Klappe; *vr* Schloßzahn (Vorderrand des Löffels).

**Panopaea** Men. (323), die an ähnliche paläozoische und mesozoische Formen (wie *Homomya* Ag.) anschließen und, seit der Kreide typisch entwickelt, im Tertiär und in der Gegenwart häufig sind. Die dicken Schalen klaffen vorn und hinten. An der starken Bandleiste (*C ml*) haben sich vorn kurze Zähne (*vr*, *zg*) entwickelt.

**Pholadomya** Sow. (324) ist der wichtigste Vertreter der radial gerippten Formen. Solche sind schon im Paläozoikum vertreten (*Pholadella*), hier aber noch ohne Mantelbucht. Vom Lias an kennt man reichlich in schlammigen und sandigen Gesteinen die stark gewölbten, gleichklappigen, hinten und oft auch vorn klaffenden Schalen mit äußerem Band und mit Mantelbucht, die gewöhnlich gesellig auftreten. Im Tertiär werden sie seltener; lebend nur noch 1 Art.

Hier ist auch wohl *Conocardium* Br., eine in paläozoischen Kalken häufig vorkommende Gattung mit langem, geradem Schloßrand, schwacher Bezahnung, starken Radialrippen und klaffendem Hinterrand, anzureihen.

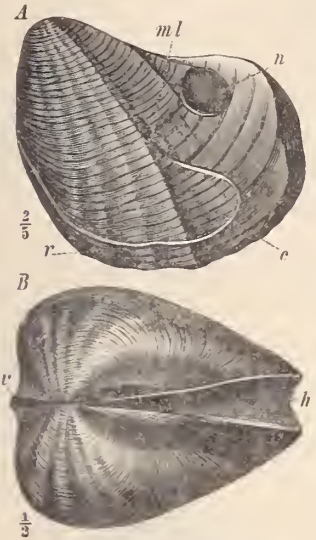



Fig. 324. *A, B Pholadomya paucicosta* Rö. Oxford (T. à chailles). Berner Jura. *A* Steinkern der L. Kl. mit Mantellinie (*ml*), Mantelbucht (*c*), hint. Muskeleindruck (*n*) und radialen Rippen (*r*). *B* Steinkern von oben; die Schale klafft an der Vorder- (*v*) und Hinterseite (*h*).

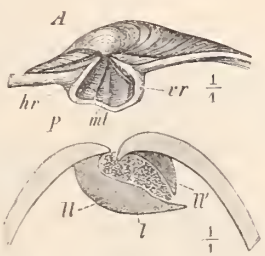



Fig. 325. *Mya truncata* L. Lebend. Nordsee. *A* Schloßrand der L. Kl. zeigend. *vr* Vorderrand, *ml* Mittelleisten, *hr* Hinterrand des Bandlöffels. *B* Querschnitt durch die Wirbelgegend beider Kl., zeigt die Lage des Bandes (*l*) zwischen dem Bandträger der L. (*ll*) und der R. Kl. (*ll'*).

Das Band liegt ganz innerlich und wird von einem vorspringenden Bandlöffel getragen (325) bei den

**Myidae,** zu denen die seit der Trias bekannte ungleichklappige *Corbula* Brug. von dreieckigem Umriß und die seit dem Tertiär auftretende *Mya* L. (325) von fast gleichseitiger Gestalt gehören.

---

Manche paläozoische und viele mesozoische Gattungen der *Desmod.* fehlen der heutigen Fauna oder sind darin nur noch ganz spärlich vertreten, wie *Pholadomya*. Sie dürften zum größten Teil in den schloß- und bandlosen Bohrmuscheln (*Adesmacea*, seit Jura) fortleben, die sich in Stein, Holz einbohren (*Pholas* L.), und deren langgestreckte Siphonen zuweilen eine geschlossene Kalkröhre absondern, die mit der ± modifizierten Schale verwachsen kann.

## 2. Taxodonta. Reihenzähner.

Schalen rundlich oder verquert, gleichklappig und oft ± gleichseitig. Schloßrand mit zahlreichen, ähnlich gestalteten Kerb- oder Leistenzähnen besetzt. Mantellinie ganzrandig, selten schwach gebuchtet. Silur — Gegenwart, ausschließlich marin.

Schon vom Silur (Kambrium) an lassen sich 2 Gruppen getrennt verfolgen, die folgendermaßen unterschieden sind:

A. Band in der Regel äußerlich, auf einem dreieckigen, seltener linearen Bandfelde unter dem Wirbel und zu beiden Seiten desselben gelegen. Schalenumriß gerundet oder verquert rechteckig. Schloßlinie gerade, seltener gebogen. Perlmutterlage fehlt. (326—328). **1. Fam. Arcidae.**

B. Band in der Regel innerlich. Äußeres Bandfeld fehlt oder undeutlich. Wirbel genähert. Schalen meist klein, ungleichseitig, oft nach hinten ausgezogen und verschmälert. Schloßlinie gebogen oder geknickt. Perlmutterlage vorhanden. (329, 330). **2. Fam. Nuculidae.**

**1. Fam. Arcidae.** Die meisten paläozoischen Vertreter besitzen stark nach vorn gerückte Wirbel, ein niedriges Bandfeld und wenig zahlreiche, z. T. nach hinten gerichtete, mehr plagiodonte Zähne, z. B.:

**Macrodon** Lyc. bis ins Tertiär hinein verbreitet, tritt bes. häufig im Karbon und Jura auf. Die mehr gleichseitigen Formen sind entweder durch zahlreiche, kleine, ⊥ zum Schloßrande stehende Zähne und hohes, dreieckiges Bandfeld ausgezeichnet, wie

**Arca** Lk. (326) selbst, bes. in Mesozoikum, Tertiär und Gegenwart häufig, oder die seitlichen Zähne biegen sich parallel zum Schloßrande um wie bei *Cucullaea* Lk. (327). In Jura und Kreide häufig, später seltener. Dick und fast gleichseitig ist die gerundete Schale bei

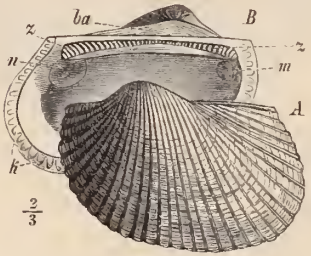



Fig. 326. *A, B Arca diluvii* Lmk. Pliocän. Siena, Italien. L. Kl. *A* von außen, *B* von innen.

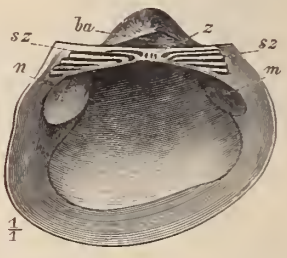



Fig. 327. *Cucullaea fibrosa* Sow. Gault. Frankreich. L. Kl. von innen.

*ba* Bandfeld; *z* Schloßzähne; *sz* Seitenzähne; *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *k* Kerben des Schalenrandes.

**Pectunculus** Lk. (328). Die zahlreichen oft geknickten Kerbzähne verschwinden häufig unter dem Wirbel; sie reichen hinten etwas tiefer hinab als vorn. Bandfeld hoch, dreieckig, mit geknickten Furchen. Von der Kreide an, tertiär und lebend häufig und z. T. sehr ansehnlich.

**2. Fam. Nuculidae.** Schon die ältesten (silurischen) Formen sind an ihren verkürzt dreieckigen oder verquerten, oft hinten geschnäbelten Schalen kenntlich. Bei paläozoischen liegt das Band meist äußerlich, bei den jüngeren innerlich, unter dem Wirbel. Außer konzentrischen Zuwachsstreifen treten Verzierungen nur selten (bei jüngeren) auf.

**Nucula** Lk. (329), Silur — Gegenwart, überall häufig, begreift die dreieckigen bis ovalen, zuweilen mit kleiner Mantelbucht (*Yoldia*) versehenen Schalen, während als

**Leda** Schum. (330) die hinten kurz oder lang geschnäbelten zusammengefaßt werden. Fast stets eine kleine Mantelbucht vorhanden.

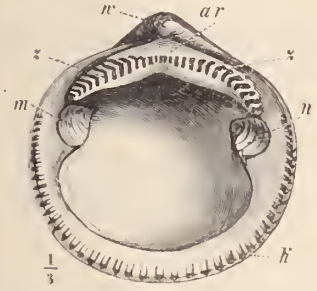



Fig. 328. *Pectunculus pilosus* Lin. Miocän. Wien. R. Kl. von innen. *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *z* Zähne; *ar* Bandfeld; *w* Wirbel; *k* Kerben des Schalenrandes.

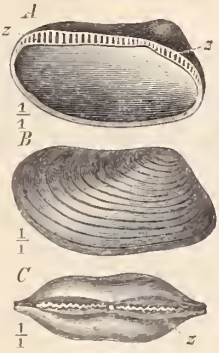



Fig. 329. *A—C Nucula. A, B N. Hammeri* Dfr. U. Dogger. Gundershofen, U. Elsaß. *A* L. Kl. von innen. Die Zahnreihe (*z*) ist unter dem Wirbel durch eine (nicht gezeichnete) Bandgrube unterbrochen. *B* R. Kl. von außen. *C N. Neckeri* P. & R. Ob. Gault. Perte du Rhône. Steinkern von oben. *z* gekerbte Mittelleiste.

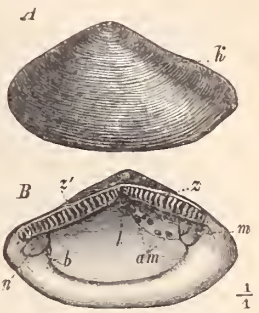



Fig. 330. *A, B Leda Deshayesii* Duch. Mitt. Oligocän. Mainzer Becken. L. Kl. *A* von außen, *B* von innen. *k* Arealkante; *l* Bandgrube; *z* vord., *z'* hint. Zahnreihe; *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *am* accessorische Muskeleindrücke; *b* schwach angedeutete Mantelbucht.

### 3. Heterodonta.

Unter dieser Bezeichnung wird der größte Teil aller *Isom.* zusammengefaßt. Bei paläozoischen Formen ist die Schale vielfach dünn, die Bezahnung häufig noch ± unregelmäßig, taxodont oder plagiodont, später bilden sich einige wenige (1—3) kräftige, divergierende Hauptzähne unter dem Wirbel (331 *C, D*) und oft auch Nebenzähne (346 *Cvz, hz*) aus.

Schon im Silur sind eine größere Anzahl verschiedener, aber z. T. schwer unterscheidbarer Stämme vorhanden, die sich zumeist bis zur Gegenwart verfolgen lassen. Die wichtigsten gruppieren sich folgendermaßen:

#### Übersicht der wichtigsten Heterodonta.

A. Schale frei, gleichklappig, selten angewachsen und verdickt. Zähne normal.

a) Wirbel meist vorn gelegen, ± hervorragend und umgebogen. Vorderer Muskeleindruck kürzer als der hintere oder gleichgroß.

α) Schale i. A. ± dreiseitig; Schloß schizodont. Mantelbucht fehlt. Die jüngeren meist reich, aber selten radial verziert. Perlmutterschicht. **1. Trigoniacea.**

β) Schalen i. A. ± oval; Schloß heterodont. Selten verziert und dann radial. Keine Perlmutterschicht.

1. Seitenzähne selten entwickelt. Mantelbucht fehlt. **2. Astartacea.**
2. Seitenzähne vorhanden. Mantelbucht bei jüngeren oft vorhanden. **3. Cyprinacea.**

b) Wirbel ± mittelständig, hervorragend und umgebogen. Radiale Skulptur herrscht schon bei älteren vor. **4. Cardiacea.**

c) Wirbel ± mittelständig, unscheinbar. Vorderer Muskeleindruck länger als der hintere. Radialskulptur fast nie entwickelt.
α) Ohne Mantelbucht. **5. Lucinacea.**
β) Mit Mantelbucht. **6. Tellinacea.**

B. Schale selten frei, meist festgewachsen, ungleichklappig und verdickt. Schloß pachyodont. **7. Pachyodonta.**

## 1. Trigoniacea (= *Schizodonta*).

Schalen ± dreiseitig, meist mit Arealkante und abgegrenzter, abweichend verzierter Area. Wirbel nach vorn gerückt und etwas nach rückwärts gebogen. Schloß ursprünglich heterodont, später schizodont, bei den Süßwasserformen degenerierend. Fußmuskeleindrücke deutlich. Band äußerlich. Silur — Gegenwart; die ursprünglich marinen Tiere gehen mit der Zeit zumeist ins Süßwasser.

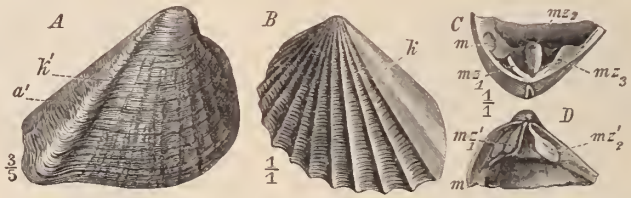



Fig. 331. *A—D Myophoria.* *A M. Kefersteini* Mnstr. sp. Alpenkeuper (Raibler Sch.). Raibl, Kärnten. Schale gegen die R. Kl. gesehen. *a'* Area; *k'* Arealkante. *B M. Goldfussi* v. Alb. Ob. Muschelkalk. Württemberg. L. Kl. *k* Arealkante. *C* Schloß der L., *D* der R. Kl. von *M. Whateleyae* v. B. sp. Alpenkeuper (Raibler Sch.). Südalpen. *m* vorderer Muskeleindruck; $mz_1$. $mz_3$ Leistenzähne, $mz_2$ ungeteilter Dreieckszahn der L., $mz'_1$, $mz'_2$ Leistenzähne der R. Kl.

Schon in feinsandigen und kalkigen Gesteinen des Devon finden sich verschiedenartige Vertreter der Gattung.

**Myophoria** Br. (331) von ovaler bis 3seitiger Form und mit einfachem, Astarten-ähnlichem Schloß: 1 starker Mittelzahn in der linken, 2 divergierende in der rechten Klappe. Vorderer Muskeleindruck viel kleiner als der hintere, dicht unterhalb des Schlosses gelegen. Besondere Verzierungen fehlen zumeist. Mit diesen Merkmalen reicht die Gattung bis in die Trias, wo sie sehr häufig ist und wo sich mehrfach radialgerippte Formen einstellen. Eine Spaltung des dicken, ± dreieckigen Hauptzahnes der L. Kl. tritt vereinzelt schon bei permischen Formen, die als *Schizodus* Kng. (332 *B* $mz_2$) unterschieden werden, auf. Bei den triadischen ist dies häufiger der Fall, doch zeigen sich hier schon vereinzelt die Querkerben an den Zähnen, durch die die in Jura und Kreide reich entwickelte Gattung

**Trigonia** Brug. (333—338) ausgezeichnet ist. Hier setzt sich das typisch schizodonte Schloß in der L. Kl. aus einem ± tief gespaltenen, außen quergerieften Dreieckszahne (333 *C* $mz_2$) und 2 innen gerieften, seit-

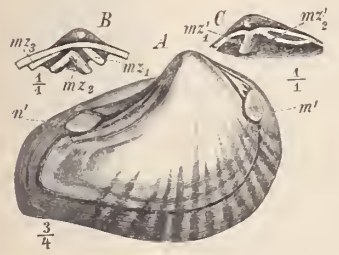



Fig. 332. *Schizodus obscurus* Sow. sp. Steinkern gegen die R. Kl. gesehen. Zechstein. Hanau. *m'* vorderer, *n'* hinterer Muskeleindruck. *B* Schloß der L. Kl. $mz_1$, $mz_3$ Leistenzähne; $mz_2$ gespaltener Dreieckszahn. *C* Schloß der R. Kl. $mz'_1$ vord., $mz'_2$ hint. Leistenzahn.

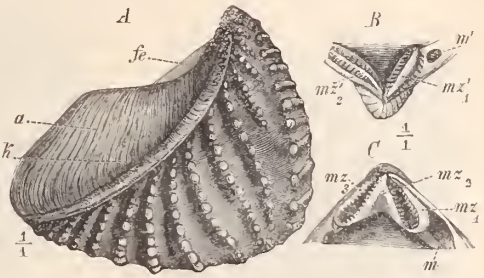



Fig. 333. *Trigonia navis* Lmk. U. Dogger (Opalinus-Sch.). Württemberg. *A* Schale gegen die R. Kl. gesehen. *k* Arealkante; *a* Area; *fe* Feldchen. *B* Schloß der R. Kl. $mz'_1$ vorderer, $mz'_2$ hinterer Leistenzahn; *m'* vorderer Muskeleindruck. *C* Schloß der L. Kl. $mz_1$, $mz_3$ vorderer und hinterer Leistenzahn; $mz_2$ mittlerer Dreieckszahn; *m* vorderer Muskeleindruck.

lichen Leistenzähnen (*C* $mz_1$, $mz_3$), in der R. Kl. aus 2 innen und außen gerieften Seitenzähnen (*B* $mz'_4$, $mz'_2$) zusammen. Die Schalenverzierungen sind sehr mannigfaltig und kehren ähnlich nur bei den von ihnen abstammenden *Unioniden* wieder. Man kann folgende Hauptgruppen unterscheiden:

a) *Laeves.* Schale nur konzentrisch gestreift oder berippt, ± oval; undeutlich (334) Jura.

b) *Costatae.* Schale bis gegen die Arealkante mit starken, konzentrischen, hinter dieser mit radialen Rippen (335). Trias — Kreide. Die Radialrippen verbreiten sich im Tertiär (Australien) über den vorderen Teil der Schale und daraus resultiert die einzige in Australien noch lebende Gruppe der *Pectinatae.*

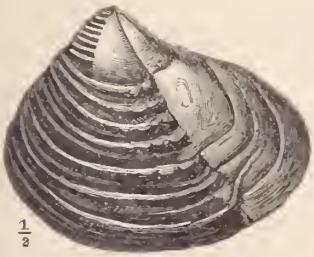



Fig. 334. *Trigonia gibbosa* Sow. Ansicht gegen die L. Kl. Ob. Malm (Portland Oolite). Pilsbury, England.

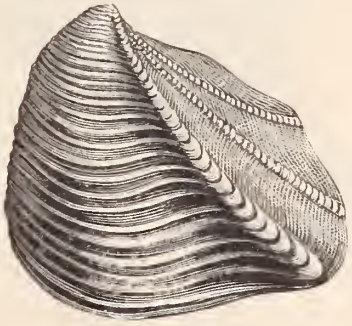


Fig. 335. *A—B Trigonia costata* Sow. Mittlerer Dogger. Süddeutschland. Schale gegen die L. Kl. gesehen.

c) *Undulatae.* Die konzentrischen Rippen knicken sich vor der Arealkante nach unten V-förmig ein und lösen sich dabei meist in Knoten auf; der vordere Teil der V-Rippen verschwindet, der hintere stellt sich schräg oder senkrecht zum

Vorder- und Unterrand (333). Jura und Kreide. Daraus entstehen die folgenden 3 Gruppen.

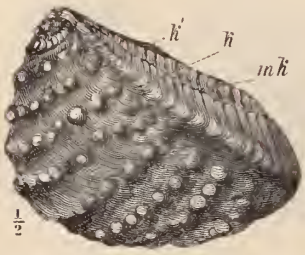



Fig. 336. *Trigonia clavellata* Sow. Oxford. Weymouth, Dorsetshire. L. Kl. *k* Arealkante; *mk* Mittelkante; *k'* Innenkante, darüber das schmale (dunkle) Feldchen.

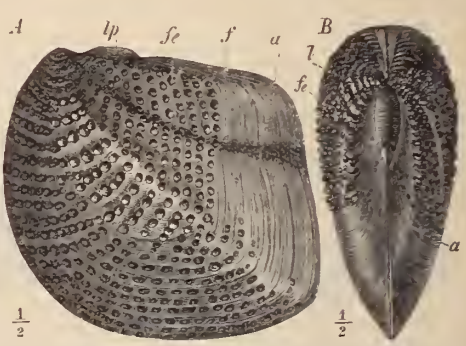



Fig. 337. *A—B Trigonia quadrata* Ag. Cenoman. Le Mans, Dép. d. l. Sarthe. *A* L. Kl. *a* Area, durch eine Mittelfurche (*f*) geteilt; *fe* Feldchen; *lp* Bandplatte. *B* Schale von oben. *l* Band; *fe* Feldchen; *a* Area.

d) *Clavellatae.* Dreieckig mit starken Knotenrippen und schmaler Area (336), hauptsächlich im Jura.

e) *Quadratae.* Vierseitig mit breiter Area (337); Kreide.

f) *Scaphoideae.* Kahnförmig. Oberrand ausgebuchtet (338); Kreide.

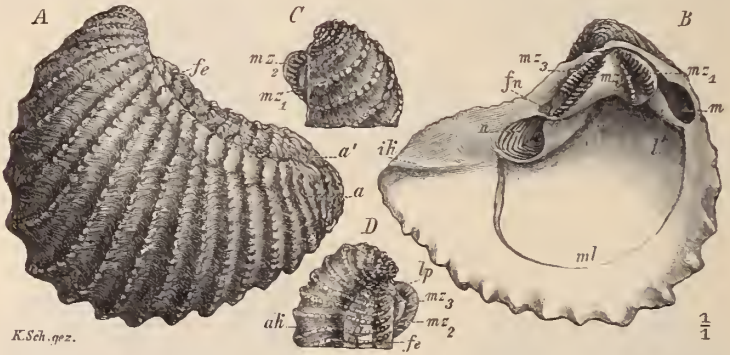



Fig. 338. *Trigonia scabra* Lmk. Turon. Uchaux, Dép. d. l. Vaucluse. L. Kl. *A* von außen. *a* vordere Grenze, *a'* Mittelfurche der Area; *fe* Feldchen. *B* von innen. *m* vorderer Muskeleindruck, nach innen durch eine Leiste (*l*) begrenzt; *n* hinterer Muskeleindruck; *fn* Fußmuskeleindruck; *ml* Mantellinie; $mz_1$ vorderer, $mz_3$ hinterer Leistenzahn; $mz_2$ Dreieckszahn; *ik* Innenkante, der Mittelfurche der Area entsprechend. *C* Wirbel und Schloß von vorn. $mz_2$ Vorderseite des Dreieckszahns; $mz_1$ vorderer Leistenzahn. *D* Wirbel und Schloß von hinten. *a* Area; *fe* Feldchen; $mz_2$ Hinterseite des Dreieckszahns; $mz_3$ hinterer Leistenzahn; *lp* Bandplatte; *ak* Arealkante.

Die fossilen *Trig.* finden sich in tonigen, kalkigen oder sandigen Seichtwasserbildungen. Mit Ausnahme der *Costatae* sind z. Z. keine *Trig.* jünger als obere Kreide bekannt. Es sind aber, wie es scheint, zu wiederholten Malen marine Formen ins Süßwasser übergegangen und dabei sind sowohl die Schalenverzierungen als die Zähne unregelmäßig geworden und schließlich ganz verschwunden.

Diese schon im Devon auftretenden, seit der Kreide häufigen und in Tertiär und Gegenwart allgemein verbreiteten Süßwasserformen werden als

**Fam. Unionidae** (339) zusammengefaßt. Sie besitzen eine Perlmutterschicht wie die *Trig.*, häufig auch, bes. in der Jugend die bezeichnenden Verzierungen derselben und ein sehr wechselndes Schloß, in welchem oft noch die Elemente des *Trig.*-Schlosses, i. bes. der weitauseinander gerissene Dreieckszahn (*B* $mz_2$—*hzu*), die Zahnkerben usw. nachweisbar geblieben sind. Die Schalen sind aber i. A. stark gestreckt, die Schloßelemente dementsprechend auf die Seiten hingerückt. Die paläozoischen, bes. aus dem Karbon und Perm bekannten Vertreter *Carbonicola*, *Anthracosia* sind unverziert, während die jurassischen und jüngeren *Unio* u. Verw. vielfach noch deutlich die Verzierungen der jüngeren *Trig.* zeigen. Das Schloß der lebenden *Castalia* ist nur ein schwach zerrissenes *Trig.*-Schloß.

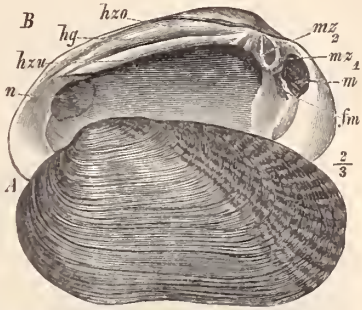



Fig. 339. *A, B Unio flabellatus* Gf. Pliocän (Congerien-Stufe). Komorn, Ungarn. L. Kl. *A* von außen, *B* von innen. *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *fm* vorderer Fußmuskeleindruck; $mz_1$ vord., $mz_2$ hint. Hauptzahn; *hzu* unt., *hzo* ob. hint. Seitenzahn; [$mz_2$ entspricht dem Vorder-, *hzu* dem Hinterschenkel des Dreieckszahns von *Trigonia* (338 *B* $mz_2$)]; *hg* Zahngrube.

## 2. Astartacea.

Ovale oder rundliche, selten verquerte Schalen, zumeist mit 2 Hauptzähnen in jeder Klappe. Seitenzähne selten entwickelt. Arealkante und Radialskulptur selten. Muskeleindrücke vertieft.

**Astarte** Sow. (340). Dicke, rundliche oder ovale Schalen mit konzentrischer Streifung (*C*) und mäßig oder wenig vorragenden Wirbeln, vor denen meist eine Lunula. Schalenrand oft gekerbt. Band äußerlich. Vom Silur

Fig. 340. *Astarte.* *A. obliqua* Desh. Mittl. Dogger. Bayeux, Calvados. L. Kl. von innen. *x'* vord., *y'* hint. Hauptzahn; *p'* Zahngrube für den großen Hauptzahn der R. Kl.; *b'* Bandfeld; *m'* vord., *n'* hint. Muskeleindruck. *B A. supracorallina* d'Orb. U. Kimmeridge (Astarten-Sch.). Dép. de la Meuse. *C A. Voltzi* Hön. U. Dogger. Silzklamm, U.-Elsaß. *s* L. Kl. von außen, *s'* von innen.

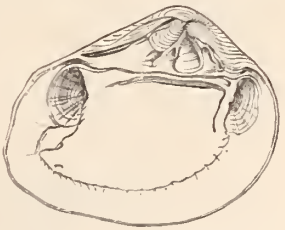


Fig. 341. *Crassatella ponderosa* Nyst. Mitteleocän. Paris. L. Kl. von innen. Das Band liegt in der 3eckigen, konzentrisch gestreiften Grube hinter den Hauptzähnen. 1/1.

an bekannt, in Jura und Kreide in zahlreichen, z. T. großen Arten, jüngere meist klein und seltener werdend; die lebenden vorwiegend in den kühlen Meeren. Seit der Kreide tritt daneben

**Crassatella** Lk. (344) auf, aus *Astarte* u. *Cypricardia* (S. 239) durch Verlegung des Bandes in das Schloß und Verschiebung der Schloßzähne nach vorn hervorgegangen. In Tertiär und Gegenwart in z. T. ansehnlichen und dickschaligen Arten verbreitet.

Durch ± verquerte Gestalt, Verkümmerung der Hauptzähne und Ausbildung von Seitenzähnen ist, im Lias häufig,

**Cardinia** Ag. (342) unterschieden, die mit einigen ähnlichen Formen der Trias wie *Pachycardia* Hauer. auch wohl an die *Unioniden* angeschlossen wird.

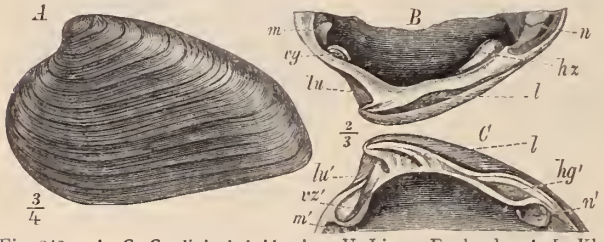



Fig. 342. *A*—*C* *Cardinia hybrida* Ag. U. Lias. England. *A* L. Kl. *B* Schloß der L., *C* der R. Kl. *m*, *m'* vord., *n*, *n'* hint. Muskeleindrücke; *l* Bandfeld; *lu*, *lu'* Lunula; *hz* hint. Seitenzahn der L. Kl. in eine hintere Grube (*hg'*) der R. eingreifend; *vz'* vord. Seitenzahn der R. Kl. in eine vord. Grube (*vg*) der L. eingreifend.

Fig. 343. *Cardita crenata* Mnstr. Alpenkeuper (Cassianer Sch.). Südtirol. Gegen die R. Kl. gesehen. 1/1.

Radial gerippte Schalen kennt man seit der Trias:

**Cardita** Lk. (343) zeichnet sich durch schief nach hinten gerichtete Zähne und stark nach vorn geschobenen Wirbel aus. Gelegentlich auch ein hint. Seitenzahn vorhanden. In Tertiär und Gegenwart erscheinen große und massive Formen.

Von den mesozoischen *Astartiden* leitet sich auch die festgewachsene Gattung

**Chama** L. (344) ab. Die eine, gewöhnlich die linke Klappe (*c*) ist aufgewachsen und erweitert, die andre (*a*, *b*) liegt wie ein flacher Deckel darauf. In der festgewachsenen Kl. 1 verbreiterter, in der Deckelkl. 2 Zähne. Muskeleindrücke, namentlich der vordere, verlängert. Die Wirbel spiral nach vorn eingerollt und von einander entfernt, daher das Band gespalten. Die Schale ist dick, blätterig oder stachelig. Die Mantelränder sind gefranst und bis auf 3 Öffnungen verwachsen. Auch die Kiemen hinten verwachsen. Selten in der Kreide, häufig tertiär und lebend.

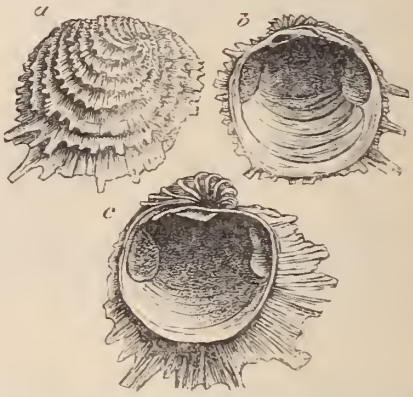



Fig. 344. *Chama distans* Desh. U. Eocän (Sables infer.). Cuise-la-Motte, Pariser Becken. *a* R., freie Kl. von außen, *b* von innen; *c* L., größere, festgeheftete Kl. von innen.

### 3. Cyprinacea.

Im Umriß schwanken sie wie die *Astartac.* zwischen rund, eiförmig und verquert; im Schloß nur durch das häufige Auftreten von verlängerten hint. oder kurzen vord. Seitenzähnen unterschieden. Vom Silur bis zum Jura durchgängig integripalliat, später vielfach sinupalliat. Lebend sehr reichlich entwickelt. Marin, die jüngeren z. T. fluviatil und limnisch.

#### a) Ohne Mantelbucht.

Zahlreiche Gattungen finden sich schon vom Silur an in paläozoischen Schichten; sie besitzen z. T. ± rundliche Gestalt wie die *Astartiden*, z. T. sind sie durch verquerte Gestalt und Arealkante von ihnen deutlich unterschieden. In jüngeren Formationen nimmt die Zahl der integripalliaten marinen Formen stark ab, weil sie t. sinupalliat werden (*Veneridae*, *Mactridae*), t. ins Süßwasser übergehen (*Cyrenidae*). Seit dem Jura lebt typisch ausgestaltet

**Cyprina** Lk. (345). Rundliche oder eiförmige, stark gewölbte Schalen mit gebogenem Wirbel und jederseits 3 starken Hauptzähnen; in der L. Kl. noch mit einem hint. Seitenzahn. Durch quere Gestalt und Arealkante davon geschieden ist *Cypricardia* Lk. Jura — Gegenwart. Die Familie der

**Cyrenidae** begreift die heute neben den *Unioniden* bes. in wärmeren Ländern weit verbreiteten Süß- und Brackwassermuscheln, deren Hauptgattung, *Cyrena* Lk. (346), schon seit dem Jura (Trias?) existiert. Außer 2 oder 3 Hauptzähnen sind in jeder Klappe stark verlängerte

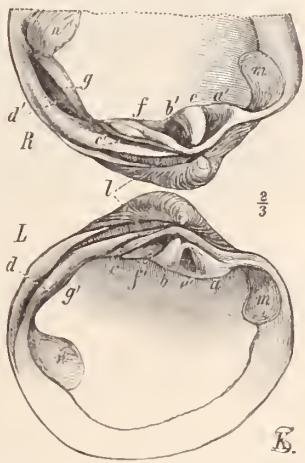



Fig. 345. *R. L Cyprina tumida* Nyst. Pliocän. Antwerpen. *L* linke, *R* rechte Kl. von innen. *a, b, c* vord., mittl. und hint. Hauptzahn der L. Kl. in die Zahngruben *a', b', c'* der R. Kl. greifend; *d* hint. Seitenzahn der L., *d'* diesem entsprechende Zahngrube in der R. Kl.; *e, f* vord. und hint. Hauptzahn der R. Kl., in die Zahngruben *e', f'* der L. greifend; *g* hint. Seitenleiste der R. Kl.; *l* Bandfeld; *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck.

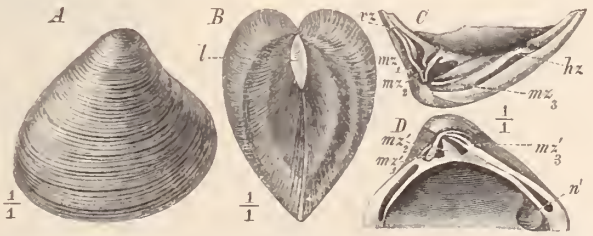



Fig. 346. *A—D Cyrena rugosa* Sow. sp. Ob. Kimmeridge. Ahlem b. Hannover. *A* R. Kl. *B* Schale von hinten. *l* Band. *C* Schloß der L., *D* der R. Kl. $mz_1$—$mz_3$ Hauptzähne der L., $mz'_1$—$mz'_3$ der R. Kl.; *vz* vord., *hz* hint. Seitenzahn der L. Kl.; die doppelten Seitenzähne der R. Kl. nicht bezeichnet; *n'* hinterer Muskeleindruck der R. Kl.

Seitenzähne entwickelt. In den kühleren Gegenden der Nordhalbkugel ist die dünnschalige *Cyclas* zu Hause (seit Kreide).

### b) Mit Mantelbucht.

Die an *Astartiden* und *Cyprinіden* anschließenden *Sinupalliata* mit äußerem Band, welche im Jura beginnen, seit der jüngeren Kreide sich sehr formenreich entwickelt haben, werden als

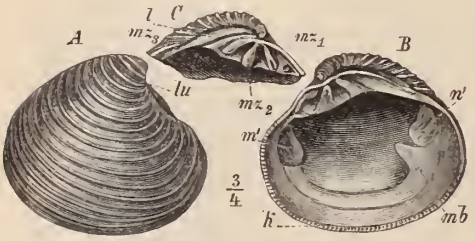



Fig. 347. *Venus multilamella* Lmk. Miocän. Wiener Becken. *A* R. Kl. von außen. *lu* Lunula. *B* R. Kl. von innen. *C* Schloß der L. Kl. $mz_1$—$mz_3$ Hauptzähne; *l* Bandfeld; *m'* vord., *n'* hint. Muskeleindruck; *mb* Mantelbucht; *k* Kerben des Schalenrandes.

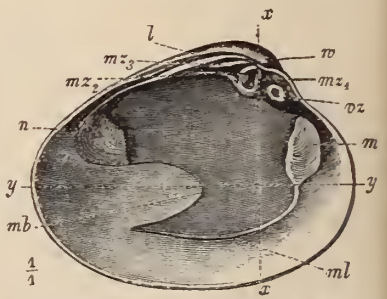



Fig. 348. *Cytherea Pedemontana* Ag. Miocän. Grund, Wiener Becken. L. Kl. von innen. *vz* vorderer Seitenzahn (Lunularzahn); $mz_1$—$mz_3$ Hauptzähne; *l* Bandgrube; *mb* Mantelbucht; *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck.

**Fam. Veneridae** (347, 348) zusammengefaßt. Äußerlich gleichen sie den integripalliaten Formen jener beiden Gruppen, bes. durch ihre einfachen konzentrischen Verzierungen, besitzen auch 2 oder 3 Hauptzähne und keine Seitenzähne wie *Venus* L. (347); oder wie *Cytherea* Lk. (348) einen kleinen vorderen Lunularzahn (*vz*) in der linken Kl. Die Mantelbucht ist sehr verschieden tief. Bei der

**Fam. Mactridae** (349), die habituell durch ± verlängerte Vorderseite, durch den Besitz einer Areal-, und oft auch einer vorderen Kante abweichen, liegt das Band innerlich; bei *Mactra* L. befindet sich in der L. Kl. davor ein ausgehöhlter Dreieckszahn (*C vr—ml*). Seitenzähne sind entwickelt. Seit der Kreide bekannt.

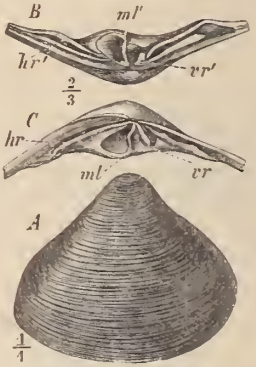



Fig. 349. *A—C Mactra*. *A M. Podolica* Eichw. Neogen (Sarmatische St.). Wiener Becken. *B* Schloß der R., *C* der L. Kl. von *Mactra*. *vr'*, *ml'* Hauptzähne der R., *vr*. *ml* ausgehöhlter Hauptzahn der L. Kl.; *hr*, *hr'* hint. Seitenzahn.

### 4. Cardiacea.

Die Schalen sind herzförmig oder oval, meist stark gewölbt und fast stets radial berippt. 2 gekreuzte, kegel- oder hakenförmige

Hauptzähne und 1 vord. und hint. Seitenzahn in jeder Klappe (351 *C, D*); zuweilen zahnlos.

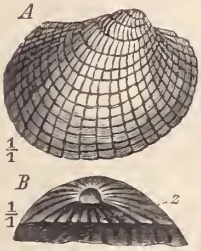



Fig. 350. *Cardiola*. *A C. interrupta* Sow. Ob. Silur. Prag. R. Kl. (rechts = vorn). *B C. alata* Barr. Ob. Silur. Böhmen. R. Kl. von oben, zeigt die 3eckige Fläche unter dem Wirbel und die Zahnkerben (*z*). Die Spitze des Wirbels ist abgebrochen.

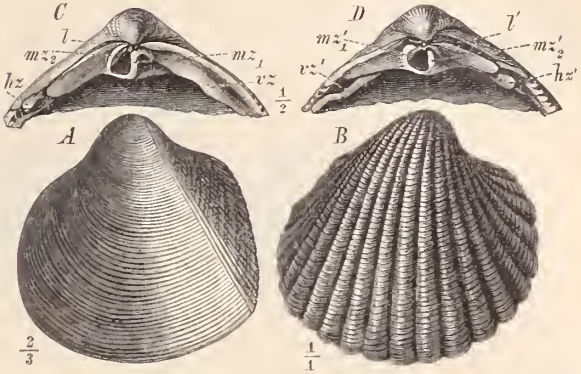



Fig. 351. *A—D Cardium*. *A C. (Protocardia) Hillanum* Sow. Cenoman. Frankreich. L. Kl. Vorn und in der Mitte konzentrisch, hinter der Arealkante radial berippt. *B C. edule* L. Ob. Miocän. Gauderndorf, Wiener Becken. R. Kl. *C, D C. cingulatum* Gf. Ob. Oligocän. Loibersdorf, Wiener Becken. *C* Schloß der L., *D* der R. Kl. *l, l'* Bandgrube; $mz_1$, $mz_2$ Hauptzähne der L., $mz'_1$, $mz'_2$ der R. Kl.; *vz, vz'* vord., *hz, hz'* hint. Seitenzähne.

Die zahlreichen paläozoischen Vertreter besitzen meist dünne Schalen und keine oder schwach und ± gleichartig ausgebildete Kerbzähne (350 *Bz*); sie sind auch zuweilen ungleichklappig. Im Silur und Devon ist *Cardiola* Brd. (350) häufig und weit verbreitet, die typische Gattung

**Cardium** L. (351) seit der Trias bekannt. Sehr mannigfaltig gestaltet und verziert, teils als Bewohner sandiger oder schlammiger Küsten wie *Protocardia* [Jura und Kreide] (351 *A*), teils auf Korallenriffen lebend und dann dickschalig wie *C. corallinum* (Malm). Seit dem Miocän kennt man bes. aus SO-Europa auch Brack- und Süßwasserbewohner, die durch ± weitgehende Reduktion des Schlosses und z. T. durch Mantelbucht und klaffende Schalen ausgezeichnet sind. Sie leben z. T. jetzt noch in der Kaspigegend. Habituell weicht *Hemicardium* Cuv. durch die abgestutzte Vorderseite vom Typus ab. Auch die riesigen Rifformen der Gegenwart, wie *Tridacna* Brug. mit in der Mitte vereinigten vord. und hint. Schließmuskeln, reihen sich hier an.

### 5. Lucinacea.

Runde oder eiförmige, selten verzierte Schalen mit wenig vorragendem Wirbel und gewöhnlich 1 oder 2 Hauptzähnen, oft auch mit Seitenzähnen. Wirbel nicht selten hinter der Mitte; vord. Muskeleindruck meist verlängert und größer als der hintere. Integripalliat.

Schon seit dem Silur; im Mesozoikum durch recht verschiedenartige Gestalten vertreten, erreicht diese Gruppe bes. in den Gattungen **Lucina** Brug. und *Corbis* Cuv. die Gegenwart. *Lucina* tritt schon im Silur auf, ist im Tertiär bes. häufig.

### 6. Tellinacea.

Dünnschalige, häufig vorn verlängerte (352 *A*), stark sinupalliate (*B mb'*) Muscheln mit schwachen (1—2) Haupt- und häufig auch Seitenzähnen. Vord. Muskeleindruck häufig verlängert. Die Hauptgattung *Tellina* L. 352) ist seit dem Jura bekannt.

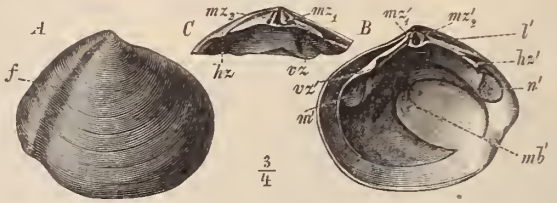



Fig. 352. *Tellina crassa* Penn. Miocän. Wiener Becken. *A* R. Kl. von außen, *B* von innen. *C* Schloß der L. Kl. *m'* vord., *n'* hint. Muskeleindruck; *mb'* Mantelbucht; $mz_1$, $mz_2$ Hauptzähne *vz, vz'* vord., *hz, hz'* hint. Seitenzähne. *l'* Bandfeld; *f* Schalenfalte.

### 7. Pachyodonta.

Dickschalige, stark gewölbte, anfangs freie und gleich-, später ungleichklappige und festgewachsene Muscheln mit starken, wulstigen oder kegelförmigen Zähnen. Wirbel ± stark eingerollt. Muskeleindrücke stark, häufig auf vorspringenden Schalenverdickungen. Bei den extremen Formen entwickeln sich Siphonen, das Band verschwindet, die Schale wird kegelförmig und nimmt eine abweichende Struktur an. Silur — Kreide.

Schon im Unt. Silur gibt es schiefe, stark gewölbte aber gleichklappige Schalen mit plagiodonter Bezahnung (*Vanuxemia*), die sich von den ähnlichen *Pterinaeen* (S. 249) durch gebogenen Schloßrand, eingekrümmte Wirbel und dicke Schalen unterscheiden. Vom Devon an sind sie in der Gattung

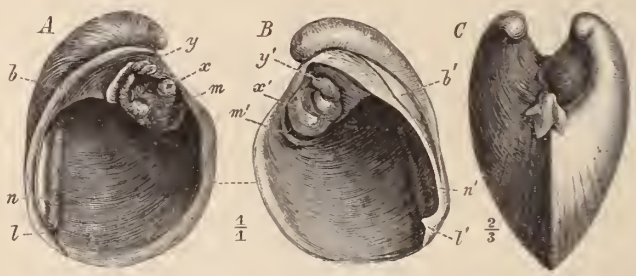



Fig. 353. *A—C Megalodon. A, B M. cucullatus* Gf. M. Devon (Stringocephalenkalk). Paffrath b. Köln. *A* L., *B* R. Kl. von innen. *m, m'* vord., *n, n'* hint., auf einer Längsleiste (*l, l'*) gelegener Muskeleindruck; *b, b'* Bandfeld; *x, y* vord. und hint. Hauptzahn der L., *x', y'* der R. Kl. *C M. triqueter* Wulf. sp. Ob. Trias (Dachsteinkalk). Bleiberg, Kärnten. Steinkern von vorn gesehen.

**Megalodon** Sow. (353) vertreten. Unter den starken, nach vorn eingebogenen Wirbeln befindet sich eine hohe Schloßplatte, die 2 oder 3 wulstige,

dem hinteren Schloßrande annähernd parallele, meist ± gebogene Zähne ($x$, $y$) trägt. Vord. Muskeleindruck ($m'$) vertieft, hart am Schloß, hinterer ($n$, $n'$) auf einer erhabenen Leiste ($l$, $l'$) gelegen. In den Kalken und Dolomiten der oberen alpin. Trias (»Dachsteinkalk«) finden sich z. T. recht große Vertreter, meist nur als Durchschnitte oder Steinkerne erhältlich, die an dem herzförmigen Querschnitt leicht kenntlich sind (»Dachsteinbivalve«). Daran reiht sich wahrscheinlich

**Diceras** Lk. (354), eine ungleichklappige, dickschalige Muschel, in den Korallenkalken des Malms in Europa häufig und weit verbreitet. Die Schale ist entweder mit der Spitze der R. (354 *A*) oder der L. Kl. festgewachsen und die festgeheftete Kl. übertrifft die freie, zuweilen fast deckelförmige, an Größe. Die Wirbel sind nach vorn auseinandergedreht und eingerollt; das Band, dementsprechend gegabelt, zieht in einer Furche jeder Kl. gegen den Wirbel. Die L. Kl. enthält einen großen, vorragenden, ohrförmigen Zahn ($Bx'$); in seine mittlere Grube greift ein kurzer Vorderzahn und in die hinter ihm gelegene tiefe Furche ein verlängerter rundlicher Hinterzahn der R. Kl. Vord. Muskeleindruck ($m'$) vertieft und gebogen, hint. ($n'$) auf einer ± starken Muskelplatte. Neben den eigentlichen *Diceraten* des Mahn (»Diceraskalk«) mit wechselnder Festheftung der Klappen finden sich in den höheren Teilen dieser Abteilung sonst gleiche Formen, die regelmäßig mit der L. Kl. festwachsen, und bei denen diese L. Kl. 1zähnig, die freie R. Kl. 2zähnig ist. Zum Unterschiede von den meisten Kreideformen, bei denen die R. Kl. festgewachsen und 1zähnig (invers) ist nennt man diese

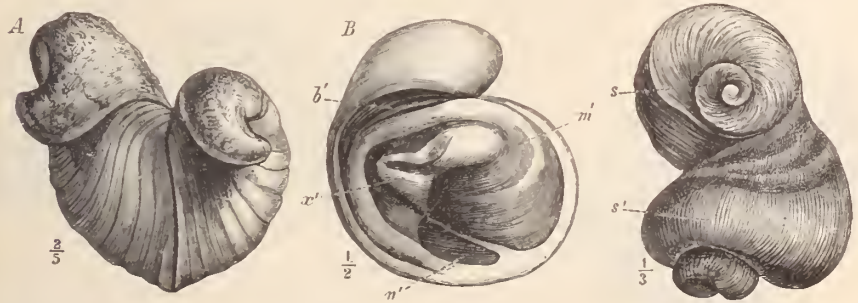



Fig. 354. *Diceras arietinum* Lmk. Oxford. St. Mihiel, Meuse. *A* Schale von vorn gesehen. Die R. (bei dieser Stellung linke), größere Kl. ist festgeheftet. *B* L., freie Kl. von innen. $b'$ Bandfurche; $m'$ vord., $n'$ hint. Muskeleindruck, letzterer auf einer Muskelleiste gelegen; $x'$ ohrförmiger Zahn, die vordere kleinere Zahngrube umschließend, hinten durch eine lange, gebogene Zahngrube begrenzt.

Fig. 355. *Requienia ammonia* Gf. sp. U. Kreide: Urgon. Orgon, Bouches du Rhône. $s$ rechte (Deckel-)Klappe; $s'$ linke, festgeheftete Klappe.

## A. Normale Formen (L. Klappe aufgewachsen).

Außer den normalen *Diceraten* des Jura, welche z. T. als *Heterodiceras* abgetrennt werden, gehören hierher einige unverzierte, *Diceras*-ähnliche Gattungen, die bis in die Ob. Kreide fortsetzen. Unter diesen verdient

**Requienia** Math. (355) wegen der extremen Ungleichheit der beiden Klappen hervorgehoben zu werden. Die festgewachsene L. Kl. ist spiral gedreht, mit anliegenden Windungen und nimmt allein das Tier auf; die 2zähnige

R. Kl. ruht nur wie ein flacher, seltener etwas gewölbter Deckel darauf, der ebenfalls spirale Drehung zeigt. Die Zahnbildung ist abgeschwächt. Im übrigen besitzt die Schale normale Merkmale, das Band liegt äußerlich, die innere Schalenschicht ist wie bei *Diceras* dick. Die Gattung ist häufig in dem riffartigen Schrattenkalk des ob. Neocoms (»*Caprotinenkalk*«) der alpinen Region.

**B. Inverse Formen** (R. Kl. angewachsen).

Mit der Unt. Kreide beginnt die Gruppe rechts angewachsener Formen mit 1zähniger R. Kl., deren Abstammung von *Diceraten* zwar wahrscheinlich, aber im einzelnen noch nicht ermittelt ist. Unter diesen heben sich die

**Monopleuridae** als eine von den normalen Formen nur wenig abweichende Gruppe ab. Ihre Schalen sind z. T. wie bei *Caprotina* d'Orb. (Unt. und Ob. Kreide) *Diceras*- ähnlich, indem beide Klappen spiral auseinander gedreht erscheinen, oder aber sie ähneln wie die in der Unt. Kreide verbreitete Gattung

**Monopleura** Math. (356) den stark ungleichklappigen *Requienien*. Die R. Kl. ist groß, gedreht oder kegelförmig gestreckt und führt 1 Mittelzahn mit einer vord. und hint. Zahngrube; die wenig gewölbte L. Kl. besitzt 2 fast gleiche Zähne. Die Muskeleindrücke sind verlängert und liegen beiderseits dem Schlosse genähert auf plattigen Verbreiterungen. Die Schalenbeschaffenheit ist im übrigen noch normal; doch sind radiale Verzierungen häufig.

Fig. 356. *Monopleura varians* Math. Urgon. Orgon, Bouches du Rhône. Beide Klappen von innen. Links: L. Kl. mit den 2 fast gleichen Zähnen und mittl. Zahngrube. Rechts: größere, R. Kl. mit starkem Mittelzahn und 2 Zahngruben.

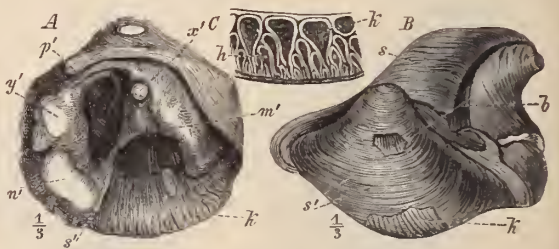



Fig. 357. *Plagioptychus Anguilloni* d'Orb. Ob. Turon (Hippuritenkreide). Le Beausset, Var. *A* L., kleinere (2zähnige) Kl. von innen. *m'* vord., *n'* hint. Muskeleindruck; von seinem Hinterrande zieht sich eine Platte (*s'*) nach dem Schloß; *x'* vord., *y'* hint. (randlicher) Schloßzahn, über welchen die innerliche Bandgrube beginnt und als schmale Furche dem Schloßrande parallel verläuft; *p'* Zahngrube. *B* Schale gegen L. (kleinere) Kl. (*s'*) gesehen; *s* R. Kl. mit äußerer, vom Schloßrande bis nach dem Wirbel verlängerter Bandfurche (*b*). *C* Querschnitt durch die L. Kl.; zeigt die radialen Kanäle der Schale (*h*, *k*), welche an verwitterten Stücken von außen sichtbar sind (*A k*, *B k*).

Von den *Monopleuriden* und z. T. auch wohl direkt von *Diceraten* leiten sich nun 3 Familien ab, die sich vom normalen Zweischalertypus durch folgende Merkmale weit entfernen:

Die Schale erreicht eine ungewöhnliche Größe und Dicke im Verhältnis zum Tier, indem die prismatische Schalenmasse locker und schwammig, oder indem sie von einfachen oder verzweigten Fortsätzen des Mantels durchzogen wird, und indem das Tier unter

Abscheidung von Böden und Erzeugung von Luftkammern nach Art der Korallen rasch in der Schale fortwächst. Das Band wird ± innerlich und unwirksam oder verschwindet ganz. Die Schloßzähne vergrößern sich vielfach zu langen, dicken, zapfenartigen Fortsätzen. Das Tier bekommt Siphonen; seine Mantel- und wahrscheinlich auch seine Kiemenränder verwachsen und schließen sich wohl sackartig. Es bildet sich z. T. eine ungeschlechtliche Fortpflanzung heraus, so daß Kolonien entstehen. Sie leben gesellig und bilden bankartige Riffe in Gesellschaft von dickschaligen Schnecken, Korallen u. dergl.

Die 3 oft als **Rudistae** zusammengefassten Familien unterscheiden sich folgendermaßen:

a) Beide Kl. kegel oder hornförmig. Schalenmasse einer oder beider Kl. von blindendigenden Kanälen durchzogen. Band äußerlich oder innerlich. A. **Caprinidae.**

b) R. Kl. kegelförmig, L. Kl. platt oder schwach gewölbt. Band innerlich oder fehlend.

α) Schale nicht von Kanälen durchzogen. R. Kl. meist ohne deutliche Siphonalpfeiler. B. **Radiolitidae.**

β) L. Kl. von verzweigten Kanälen durchzogen. R. Kl. mit 2 Siphonalpfeilern und einem Bandpfeiler. C. **Hippuritidae.**

A. **Caprinidae** (357). Der Wohnraum des Tieres wird durch eine vom Schloß nach dem hint. Muskeleindruck ziehende Platte (357 *A s'*) abgetrennt und dadurch eine seitliche Nebenhöhlung erzeugt. Vom verbreiterten Mantelrande aus ziehen ± dicke, einfache oder mehrfach verzweigte Fortsätze durch die Schale zu den Wirbeln und bringen entweder nur in der L. oder in beiden Klappen entsprechende Höhlungen hervor. Bei der schon vom (? Tithon) Neocom an bekannten *Caprina* d'Orb. trägt die kleinere, kegelförmige R. Kl. eine unförmliche, dicke und hornartig gedrehte, von weiten Kanälen durchzogene L. Kl. Darin zahlreiche Luftkammern, durch konkave Böden getrennt. Bes. häufig im ob. Cenoman Südeuropas. Bei *Caprinula* d'Orb. und *Plagioptychus* Coq. (357, [Cenoman und Turon] ist die L. Kl. kleiner als die R.; bei jener sind beide Klappen von Kanälen durchzogen, bei dieser nur die L. Kl. (*A*. Die Kanäle sind verzweigt, gegen außen dünner (*Ch*) als innen (*Ck*).

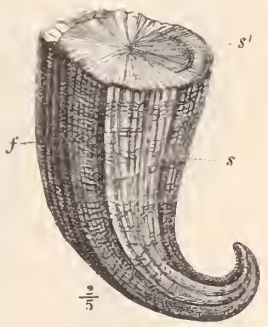



Fig. 358. *Radiolites (Biradiolites) cornupastoris* d'Orb. Mittl. Turon (Hippuritenkreide). Südfrankreich. *s* R., festgewachsene Kl. mit 2 engberippten Bändern, dem breiteren Afterband (*f*) und dem schmäleren Kiemenband (*s*); *s'* L., freie Kl.

B. **Radiolitidae** (358, 359). Aus kegelförmigen, glatten oder ± grob längsberippten *Monopleuriden* des Urgons wie *Agria* entwickeln sich in der Ob. Kreide große und dickschalige Muscheln von kegel-, doppelkegel- bis schüsselförmiger Gestalt (358): die äußere Schalenschicht ist stark verdickt und aus großen hohlen Prismen aufgebaut, die ‖ zur Schalenoberfläche liegen. Von außen erscheint die Schale querblätterig, häufig längsberippt (358). Zwei durch abweichende Skulptur ausgezeichnete Längsbänder (*f*, *s*; 359 *q*, *r*) sind häufig

vorhanden (*Radiolites*); sie bezeichnen die Lage des After- (359 *Br*) und Kiemensipho (*q*), während die Lage des in die Schale eingefalteten (auch ganz fehlenden) Bandes, der sog. Schloßfalte (359 *l, l'*) außen durch eine Einbuchtung (*p*) angedeutet wird. Die Muskeleindrücke sind verbreitert und befinden sich in der Deckelklappe je auf einem breiten zahnartigen Fortsatze zu beiden Seiten der kegelförmigen Zähne und von diesen getrennt. Der Zahn der R. Kl. (*B x*) ist plattenförmig und liegt vor der Schloßfalte (*l*). Manche Arten bilden Kolonien, wie *Hippurites* (s. d.). In der Unt., bes. aber in der ganzen Ob. Kreide weit verbreitet, meist mit *Hippuriten* zusammen.

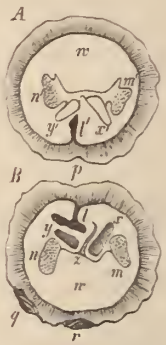



Fig. 359. *A, B* Schaleninneres von *Radiolites* (schematisch). *A* L. Kl. *B* R. Kl. *p* Schloßeinbuchtung; *l, l'* Schloßkamm (Band); *m, m'* vord., *n, n'* hint. Muskeleindrücke; *x', y'* Vorder- und Hinterzahn der L., *z* Mittelzahn der R. Kl.; *x, y* vord. und hint. Zahngrube; *w* Wohnraum; *r* After-, *q* Kiemenband.

C. **Hippuritidae** (360—363). Sie sind von den habituell ähnlichen *Radiol.* durch schwächere Verzierungen und bes. durch die Beschaffenheit der L. Kl. unterschieden. Diese besitzt die Form eines schwach gewölbten oder flachen Deckels und wird von Kanälen durchzogen, die radial vom Schalenrande gegen den zentralen Wirbel in der Schale verlaufen, aber nach oben sich in feinere Kanäle verästeln, die durch ein feinmaschiges Balkennetz die Oberfläche erreichen und frei auf der Schale ausmünden (360 *As'*). In der Deckelklappe befinden sich ferner 2 randliche Ausbuchtungen (360 *Bs'*) oder 2 dem Wirbel ± genäherte Löcher, von denen das eine, mehr rundliche,

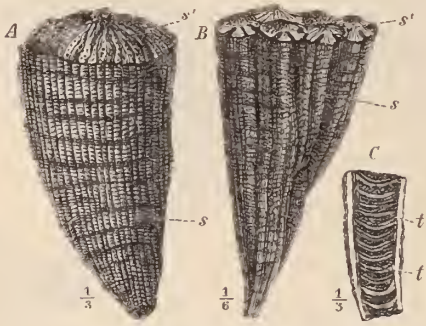



Fig. 360. *A—C Hippurites.* *A H. cornu-vaccinum* Gf. Ob. Turon (Hippuritenkreide). Gosau, Salzkammergut. *B, C H. organisans* Mtf. Ob. Turon (Provencien). Le Beausset, Var. *B* Kolonie von 6 Tieren. *C* Längsschnitt durch den unteren, vom Tiere nicht bewohnten Teil der Schale; zeigt die durch Querböden (*t*) abgeteilten Kammern. *s* R. Kl.; *s'* L. Kl.

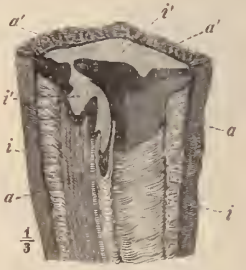



Fig. 361. Längsschnitt durch den oberen Teil der Schale von *Hippurites cornu-vaccinum* Gf. *a, a'* äußere, *i, i'* innere Schalenschicht. Die äußere Schalenschicht der L. Kl. von Kanälen (*a'*) durchzogen. Man sieht, wie der vordere Zahn und der vordere Muskelfortsatz der L. Kl. (*i'*) sich in tiefe Höhlungen der R. einfügen und wie der schmale Leistenzahn der R. Kl. hinter den Vorderzahn der L. faßt.

dem Aftersipho, das andre, verlängerte und dem Wirbel mehr genäherte, dem Kiemensipho zum Austritt dient. Bei geschlossener Schale werden diese Löcher durch einen rundlichen Afterpfeiler (362 *Bq*) und einen

verlängerten Kiemenpfeiler der R. Kl. (362 *Br*) vollständig geschlossen. Bei dem Fehlen eines Bandes kann daher die Schale nur durch Drehung der Deckelklappe nach rechts mit Hilfe des vord. Schließmuskels geöffnet und durch antagonistische Wirkung des hint. Muskels geschlossen werden. (Ähnliche Pfeilerbildungen kommen auch bei manchen *Radioliten* vor).

Das Schaleninnere läßt sich nur selten vollständig freilegen. Bei den ± zylindrischen Formen ist der Wohnraum des Tieres nur klein im Verhältnis zur Größe der Schale (361), da ihr unterer Teil von Luftkammern (360 *Ct*) eingenommen wird, die durch konkave Böden (*t*) getrennt werden. Im Innern der R. Kl. (362 *B*) sieht man stets die After- (*q*) und Kiemenpfeiler (*r*) als Einfaltungen des Schalenrandes, sowie gewöhnlich einen 3., schmäleren, den Bandpfeiler (Schloßfalte — *p*, an der Stelle des verkümmerten Bandes. Den 3 Pfeilern entsprechen an der Außenseite Schalenfalten (*B*). Vor dem Bandpfeiler (*p*) liegt der schmale Zahn, eingefaßt von den beiden tiefen Zahngruben (*x*, *y*). Der vord. Muskeleindruck liegt erhöht (*m*) und ist in 2 verlängerte Partien zerlegt, der hint. in einer tiefen Grube (*n*) neben dem Afterpfeiler. Ähnlich wie bei *Radiolites* trägt die L. Kl. (*A*) 2 lange kegelförmige Zähne (*x'*, *y'*); der hint. Muskel heftet sich an einen langen zahnartigen Fortsatz (*n'*), der vordere an eine breite Platte (*m'*) die mit dem Vorderzahn (*x'*) vereinigt ist.

**Hippurites** Lk. findet sich in zahlreichen Arten vom Ob. Turon an bis in die jüngsten Schichten der Kreide, meist mit *Radiol.* vergesellschaftet (*Hippuritenkreide*) in weiter Verbreitung in Mitt.- und Südeuropa, Kleinasien, Persien, während in Amerika nur *Caprinidae* und *Radiolitidae* vorkommen. Manche Arten, bes. die langzylindrischen wie *H. organisans* Mtf. (360 *B*), bilden Kolonien; sie setzen oft dicke Bänke ausschließlich zusammen.

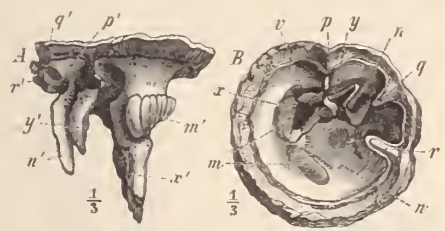



Fig. 362. *A*, *B* Schloßapparat von *Hippurites radiosus* Desm. Dänische Stufe. Royan, Charente. *A* L. Kl, von der Seite. Um dieselbe in die R. (*B*) einzupassen, denke man sie sich um ihre Achse um 180° und gegen die Ebene des Papiers um 90° nach vorn gedreht. *p'* Schloßfalte; *q'* Afterbucht; *r'* Kiemenbucht; *m'* vord. Muskeleindruck, auf einem mit dem Vorderzahn (*x'*) verwachsenen Fortsatze befestigt; *y'* Hinterzahn; *n'* hint. Muskeleindruck auf langem Fortsatze. *B* R. Kl. von innen. *p* Schloßfalte, nach innen in den Schloßkamm sich verlängernd; in der Fortsetzung nach innen der schmale Schloßzahn, von der vord. (*x*) und hint. (*y*) Zahngrube eingeschlossen; *q* After-, *r* Kiemenkamm; *m* 2teiliger vord., *n* einfacher hint. Muskeleindruck; *w* Wohnraum des Tieres; *v* Nebenhöhlung.

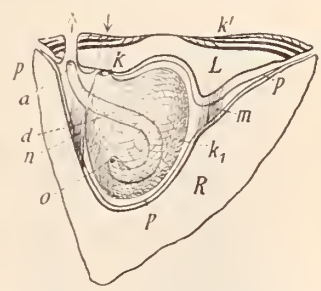



Fig. 363. Rekonstruktion des *Hippuritentiers* in seiner durchschnitten gedachten Schale. *R* rechte, *L* linke Kl. (etwas abgehoben gezeichnet); *p* Mantel; *m* vord., *n* hint. Schließmuskel; *k* Kiemensipho; *o* Mund; *a* After; *d* Darm; $k_1$ Kiemensack; *k'* Kanäle der Deckelklappe.

In ihrer Organisation dürften sich die *Rudisten*, insbes. die *Hippuriten* und *Radioliten*, nicht unerheblich von dem normalen Zweischaler entfernt haben. Das Tier war durch allmähliche Drehung derart in die große Klappe

eingestülpt, daß seine Längsachse sich nicht mehr ⊥ zu den Schließmuskeln, sondern ∥ mit ihnen befand. Der Vorderteil mit Mund- und Eingeweidesack befand sich am Boden der Schalenhöhlung, die Siphonen ragten nach oben, und zwar mündete der Kiemensipho stets etwas höher als der Aftersipho. Fuß und Fußganglion waren zweifellos verkümmert durch langen Nichtgebrauch. Wie bei andern festgewachsenen *Isomyaria* (*Chama*) waren die Mantellappen und Kiemen jedenfalls verwachsen und hatten wohl eine sackförmige Gestalt angenommen. Auch dürften die beiden randlichen Flimmerrinnen der Kiemen sich wohl zu einer einzigen vereinigt haben. Z. T. waren sie Einzeltiere, z. T. Kolonien. Das sind aber, wenn wir von der offenbar noch in Umbildung begriffenen, teilweise oder ganz von Mantelfortsätzen durchwachsenen Schale absehen, in allen wesentlichen Punkten die Merkmale des erwachsenen *Ascidiers* (Tunicaten).

## B. Anisomyaria.

Der vord. Muskeleindruck kleiner als der hint. oder bei jüngeren ganz verschwindend. Schloßrand meist gerade, seltener schwach gebogen, schief bis beinahe ⊥ zu der Muskellinie gestellt (319 *C*). Bezahnung schwach, im wesentlichen plagiodont (367) oder fehlend. Fuß schwach entwickelt oder fehlend, die Schalen meist durch Byssus festgeheftet, jüngere Formen vielfach festgewachsen. Siphonen fast nie entwickelt, daher Mantellinie ganzrandig. Sie treten in mehreren Stämmen vom Silur (Kambrium) an auf und reichen durch alle Formationen bis zur Gegenwart.

### 1. Mytilacea.

Sie sind von den *Aviculacea* durch lang-eiförmigen bis dreieckigen Umriß der stets gleichklappigen Schale, ± gebogenen, der Muskellinie fast

Fig. 364. *Modiola imbricata* Sow. Ob. Dogger. Balin b. Krakau. L. Kl. 1/1.

Fig. 365. *Modiola aspera* Sow. Ob. Dogger. Normandie. Oben: R. Kl. von innen (die schwarze Linie bezeichnet das Band). Unten: dieselbe von außen. 1/1.

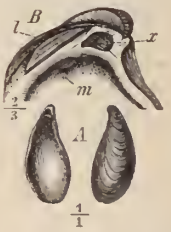



Fig. 366. *Congeria*. *A C. Brardi* Fauj. sp. U. Miocän (Corbicula-Sch.). Mainzer Becken. L. Kl. von innen (links) und außen (rechts). *B C. subglobosa* Partsch sp. U. Pliocän (Congerien-Sch.). Inzersdorf b. Wien. Schloß der L. Kl. *l* Bandgrube; *x* vord. Muskeleindruck; *m* Eindruck des Byssusmuskels.

parallelen Schloßrand, sowie durch stets gut entwickelten vord. Muskel unterschieden. Das Band liegt in einer langen Furche hinter den stark nach vorn gerückten Wirbeln.

Die kleine, aber gut abgegrenzte Gruppe ist schon im Silur typisch vertreten. Bei diesen älteren Formen ist der vord. Muskeleindruck verhältnismäßig stark, bei den jüngeren meist kleiner. Diese werden zumeist zur

**Fam. Mytilidae** vereinigt. Sie besitzen teils eine gerundete Vorderseite, zuweilen auch radiale Berippung wie *Modiola* Lk. (364, 365), teils dreieckige Schalen mit spitzem Wirbel wie *Mytilus* L., die Miesmuschel, selbst. In schlammigen und sandigen Absätzen bis zur Gegenwart.

Schon im Karbon scheinen manche der *Mytilacea* ins Süßwasser übergegangen zu sein — *Anthracomya* Salt. Zur Tertiärzeit hat sich dieser Vorgang in ausgedehntem Maße abgespielt, denn die tertiären und lebenden Arten der weitverbreiteten *Congeria* Partsch (366) mit deutlich abgetrennten Eindruck des Byssusmuskels (*B m*) lassen sich auf marine Vorläufer, meist auf *Mytilus*, z. T. auf *Hippopodium* (Jura) oder wie *Dreissensiomya* (mit Mantelbucht) auf die mesozoische *Myoconcha* zurückführen. Die jetzt bes. im Süßwasser in SO.-Europa vorkommende *Dreissensia* v. Ben., ohne vord. Byssusmuskeleindruck, ist erst seit dem Miocän bekannt.

Andere *Mytilacea* sind schon im Mesozoikum zu Bohrmuscheln geworden, die in Kalkfelsen, Korallen, Muschelschalen u. dgl. leben — *Lithodomus* Cuv.

## 2. Aviculacea.

Sie besitzen, mit Ausnahme der *Ostreidae*, einen geraden Schloßrand, sind vielfach ungleichklappig und zeigen alle Stadien der Reduktion des vord. Muskels bis zum vollständigen Schwund. Die meisten heften sich mit Byssus an, der aus der rechten Klappe austritt und einen Byssusausschnitt erzeugt (367 *a*); viele jüngere sind festgewachsen. Die Zahnbildung beschränkt sich zumeist auf wenige, schiefe Faltenzähne, die in kürzere, vordere (*vz*) und verlängerte, hintere (*hz*) gegliedert sein können; oft fehlen Zähne ganz oder es stellt sich bei festgewachsenen Formen eine symmetrische (isodonte) Bezahnung ein (384 *B, C*). Das ursprünglich den ganzen Schloßrand vor und hinter dem Wirbel einnehmende Band engt sich später zumeist auf eine schiefe dreieckige Grube hinter oder unter dem Wirbel ein, oder zerteilt sich in mehrere getrennte Stücke (Kerbenband), wobei die ursprüngliche Bandfläche zumeist als Area (384 *Ba*) erhalten bleibt. Bei extremen Formen (*Monomyaria*) kommt es ± symmetrisch unter die Wirbel und innerlich zu liegen (386 *lg*).

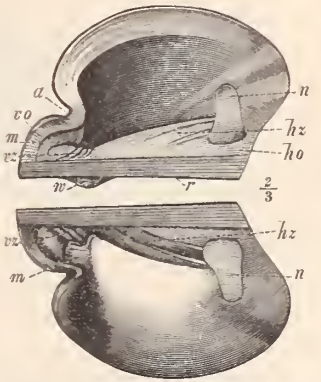



Fig. 367. *Pterinea laevis* Gf. U. Devon. Rheinisches Schiefergeb. L. Kl. von innen (oben) und ihr Steinkern (unten). *w* Wirbel; *vz* Vorder-, *hz* Hinterzähne; *vo* vord., *ho* hint. Ohr; *m* vord., *n* hint. Muskeleindruck; *a* Ausbuchtung, dem Byssusausschnitt der R. Kl. entsprechend; *r* Bandfeld.

Im Silur und Devon gibt es eine große Anzahl schiefer und z. T. ungleichklappiger Muscheln mit vollständigem Bandfeld, mit ± gut entwickelten Zähnen und mit noch kräftigem vord. Muskel, die wie

**Pterinea** Gf. (367) meist hinter (selten vor) dem Wirbel eine flachere, flügel- oder ohrförmige abgegrenzte Region aufweisen. In diesen paläozoischen

Formen wurzeln mehrere Reihen, deren wichtigste sich in ihren typischen Vertretern folgendermaßen gruppieren:

A. Schale nicht blättrig, innen meist perlmutterig. Schloßrand gerade.
1. Schale schräg nach hinten verlängert, selten gleichseitig. Band meist verlängert. 2 ungleiche Muskeleindrücke (*Heteromyaria*).
a) Schale meist flach, Wirbel wenig hervorragend und gebogen. **1. Aviculidae.**
b) Schale ± stark gewölbt. Wirbel hervorragend, meist stark eingekrümmt. **2. Inoceramidae.**
2. Schale ± symmetrisch, kaum nach hinten verlängert, Band bei jüngeren kurz, unter oder dicht hinter dem Wirbel gelegen. Nur der hint. Muskeleindruck vorhanden (*Monomyaria*).
a) Schale nach vorn verbreitert, vord. Ohr meist kurz. **3. Limidae.**
b) Schale ± symmetrisch, zuweilen festgewachsen, vord. Ohr meist stark. **4. Pectinidae.**

B. Schale dick, blätterig, gewöhnlich mit der L. Kl. festgewachsen. Schloßrand gebogen. **5. Ostreidae.**

**1. Fam. Aviculidae.** Die ungleichklappigen und ungleichmuskeligen Schalen besitzen zumeist einen langen Schloßrand und kleinere, vordere und längere, hintere Ohren. Mit diesen Merkmalen läßt sich, durch ungeteiltes Band gekennzeichnet,

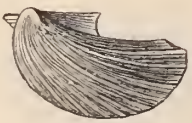


Fig. 369. *Avicula contorta* Portl. Ob. Trias: Rhät. L. Kl. 1/1.

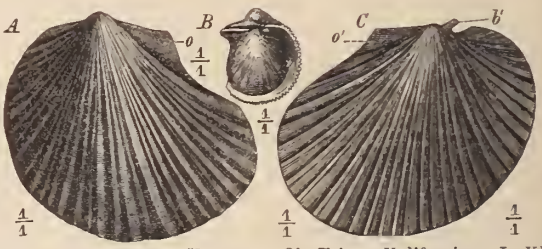



Fig. 370. *A, C Avicula (Pseudomonotis). A Ps. ochotica* Keys. sp. Ob. Trias. Kalifornien. L. Kl. *o* hinteres Ohr. *C* dieselbe von Wershojank, Ostsibirien. R. Kl. *b'* Byssusohr; *o'* hinter. Ohr. *B Ps. echinata* Sow. sp. Ob. Dogger. Wiltshire. Schale gegen die R. Kl. gesehen.

**Avicula** Kl. (369, 370) in zahlreichen Untergattungen vom Silur bis zur Gegenwart verfolgen, wo sie bes. durch die Perlmuschel vertreten ist. *Pseudomonotis* Beyr. (370), Devon — Kreide, zeichnet sich durch ausgesprochene Ungleichheit der Klappen und abgerundete Vorderseite, sowie stark reduziertes Vorderohr aus. Daneben läßt sich die dickschalige

Fig. 371. *Gervillia socialis* Schl. sp. Muschelkalk. Deutschland. L. Kl. 1/2.

**Gervillia** Dfr. (371) mit ± endständigen Wirbeln, Kerbenband und fast vollständig fehlenden Ohren oder Flügeln bis ins Tertiär verfolgen: in Trias

und Jura häufig. Auch die gleichklappigen, dickschaligen Formen des Paläozoikums mit unten verbreiterter, oben breit ausgebuchteter Vorderseite, wie *Myalina* d. K., erhalten im Mesozoikum ein Kerbenband — *Perna* Brug. — und erreichen, tertiär durch gigantische Arten vertreten, die Gegenwart.

Sehr dünnschalige, gleichklappige und flache *Aviculiden* waren wahrscheinlich an treibenden Gegenständen angeheftet oder schwammen frei. Sie finden sich vom Devon bis in die Kreide, stets gesellig in kalkigen oder tonigen Gesteinen, wie

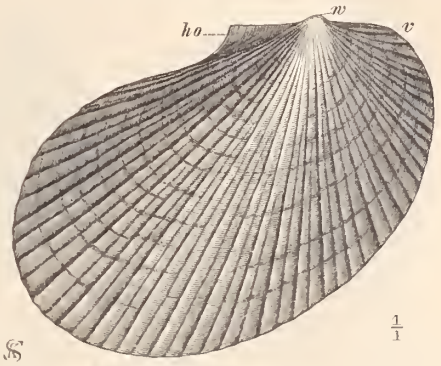


Fig. 372. *Monotis salinaria* Schl. sp. Alpenkeuper. Salzkammergut. R. Kl. *v* vorn; *ho* hinteres Ohr; *w* Wirbel.

**Monotis** Br. (372), mit kurzem hinterm Ohr und radial berippter Schale in der alpinen Trias (Malm) häufig,

**Halobia** Br. und *Daonella* Mojs. (373) fast gleichseitig, mit bezeichnend gerippter Schale, aber kaum angedeutetem Ohr, in der mittl. Trias der Alpen, Südeuropas und des Himalaya sehr häufig. Ferner die nur konzentrisch berippte, ohrenlose

**Posidonomya** Br. (374) im Unterkarbon (Posidonienschiefer), sowie in Lias und Dogger massenhaft erscheinend (Posidonienschiefer des Ob. Lias in Mitteleuropa, Posidonomyengestein des Ob. Doggers in den Alpen).

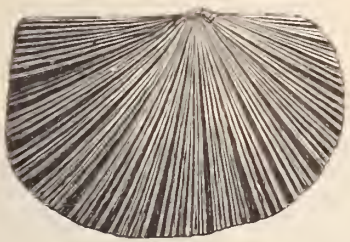


Fig. 373. *Daonella Lommeli* Wissm. sp. Ladinische Stufe (Wengener Sch.). Wengen, Südtirol. R. Kl. (rechts = vorn).

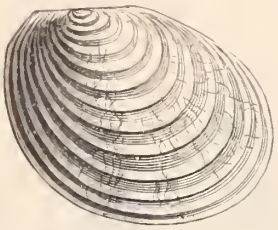


Fig. 374. *Posidonomya Becheri* Bronn. Unterkarbon (Kulm). Herborn, Nassau. L. Kl. (links = vorn).

**2. Fam. Inoceramidae.** Die Schalen sind ± ungleichklappig, stark gewölbt, i. B. die L. Kl., und zeigen einen stark zugerundeten Umriß und ausgesprochen konzentrische Berippung, ähnlich wie *Posidonomya*. Der Schloßrand ist gerade, vorn ± verkürzt; die Wirbel sind eingekrümmt. Von Karbon — Kreide bekannt.

**Inoceramus** Sow. (375, 376). Schiefe, ei- bis fast kreisförmige, z. T. sehr große Schalen mit nach vorn gerücktem Wirbel und Kerbenband (376 *b*). Schale faserig, weil die Prismenschicht sehr dick. Tritt von Karbon — Kreide

spärlich, in der Kreide aber in zahlreichen, nur selten auch radial gerippten Arten auf, denen vielfach eine ungeheure horizontale Verbreitung zukommt.

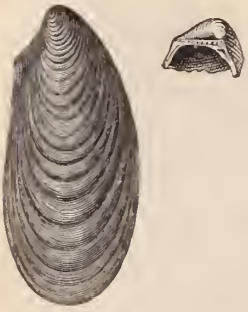


Fig. 375. *Inoceramus labiatus* Schl. Turon. Links: R. Kl. Rechts oben: Schloßrand der L. Kl. mit Kerbenband. 1/2.

Fig. 376. *Inoceramus sulcatus* Park. Ob. Gault. Perte du Rhône. Gegen die R. Kl. gesehen. *b* Kerbenband der L., größeren Kl.

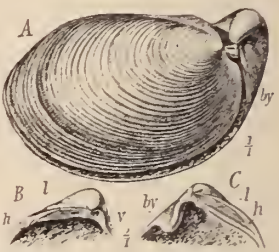



Fig. 377. *Aucella*. *A A. Pallasi* Keys. Ob. Malm. Ssimbirsk a. d. Wolga. Schale gegen die R. (kleinere) Kl. gesehen. *B, C A. Keyserlingi* Lah. U. Neocom. Rußland. *B* Schloß der L., *C* der R. Kl. *l* Bandgrube; *v* vord., *h* hint. Ohr; *by* Byssuseinschnitt.

**Aucella** v. Keys. (377) ist bei ähnlichem Habitus durch das einfache Band (*l*), das kleine, in der R. Kl. kegelförmige Vorderohr und den deutlichen Byssusausschnitt (*by*) unterschieden. Während der jüngeren Jura- und älteren Kreidezeit in O.-Europa, N.-Asien, in der pazifischen Region Amerikas weit verbreitet und bes. in Rußland häufig, vereinzelt in Mitteleuropa.

**3. Fam. Limidae.** Schalen nach vorn verbreitert, oder ± gleichseitig, mit kurzem vord. und ± verlängertem hint. Ohr. Häufig radial berippt. Silur — Gegenwart.

Die silurische *Ambonychia* und Verw. besitzt noch Zähne und ein verlängertes Band sowie *Aviculiden*-artigen Umriß. Bei jüngeren Formen, wie bei

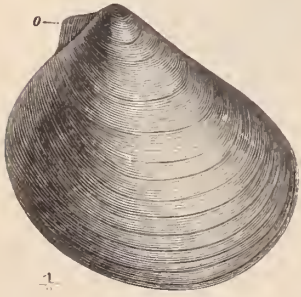



Fig. 378. *Lima gigantea* Sow. U. Lias (ε). Elsaß. R. Kl. *o* hint. Ohr (das vord. nicht sichtbar).

Fig. 379. *Lima striata* Schl. sp. Ob. Muschelkalk. Süddeutschland. *A* R. Kl. *B* Schloß der R. Kl., zeigt den kurzen Schloßrand und die 3eckige Bandgrube (*l*) unter dem Wirbel.

Fig. 380. *Ctenostreon proboscideum* Sow. sp. Mittl. Dogger. Franken. R. Kl. (Die Ohren sind unvollständig erhalten).

der triadischen *Mysidioptera* sind die Zähne verschwunden, das Band liegt in einer schräg nach hinten ziehenden Grube, und es beginnt die Verbreiterung des Vorderteils der Schale, die für

**Lima** Brug. (378, 379) bezeichnend ist. Das Band liegt in einer dreieckigen (379 *Bl*) Grube unter dem Wirbel (innerlich). Die Schalen klaffen vorn zum Austritt des Byssus. In zahlreichen Arten von Trias — Gegenwart. Hierher wird gewöhnlich auch die an *Aricula* oder *Pecten* erinnernde Gattung

**Ctenostreon** Echw. (380) gerechnet, eine dickschalige und ± gleichseitige Muschel mit starken, in hohle Stacheln verlängerten Radialrippen. Das Band liegt in einer nach hinten ziehenden Furche. Ist im Jura, bes. im mittl. und ob., häufig. Die hohlen Stacheln gleichen, wenn isoliert, *Serpula*-Röhren, bilden aber keine ganz geschlossene Röhre.

**4. Fam. Pectinidae.** I. A. gleichseitige Schalen mit Vorder- und Hinterohr. Mit Byssus festgeheftet, festgewachsen oder freischwimmend Silur — Gegenwart.

Unter den paläozoischen *Aviculiden* trifft man bis zum Perm vielfach wenig schiefe Schalen mit gut entwickeltem Vorderohr, das in der R. Kl. einen Byssusausschnitt besitzt. Sie werden als

**Aviculopecten** M'C. bezeichnet. Eine radiale Berippung fehlt fast nie. Das Band liegt in langgezogenen Furchen, die nach beiden Seiten vom Wirbel ausgehen. Hieraus geht schon im Devon die sehr mannigfaltig verzierte Gattung

**Pecten** Kl. (381—383) hervor. Das wirksame Band liegt in einer dreieckigen Grube unter dem mittelständigen Wirbel, ein unwirksames befindet sich in einer dem Schloßrand parallelen Furche. Die Schalen sind i. A. gleichseitig, nur in den scharf abgesetzten Ohren oft verschieden, indem die R. Kl. meist einen ± tiefen Byssusausschnitt aufweist. Die Klappen sind gleich bis sehr ungleich, und dann ist die R. Kl. gewöhnlich die tiefere (382 *B*). Sehr mannigfaltige Verzierungen treten auf. Glatte Schalen (382 *A*) finden sich selten;

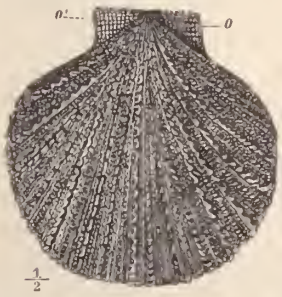



Fig. 381. *Pecten asper* Lmk. U. Cenoman. Normandie. R. Kl. *o* vord., *o'* hint. Ohr.

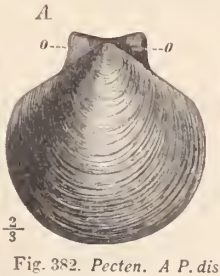



Fig. 382. *Pecten. A P. disciformis* Schübl. U. Dogger. Schwaben. L. Kl. mit den Ohren (*o*). *B P. (Janira) atavus* Rö. sp. Neocom. Frankreich. Von der Seite. Die flache Deckklappe rechts kaum sichtbar.

Fig. 383. *A, B Pecten pumilus* Lk. U. Dogger. Schwaben. *A* R. Kl. mit erhaltenen Ohren. *o* vord. Ohr. *B* Steinkern der L. Kl. *r* Furchen.

meist sind sie mit feineren oder gröberen Radialrippen oder -falten (381) bedeckt, die durch Zuwachsskulptur schuppig oder stachelig werden können. Äußerlich glatte Schalen besitzen zuweilen scharfe Rippen auf der Innenseite (383). Viele Arten sind mit Byssus festgeheftet. Die Gattung ist mit mehreren Gruppen schon im Paläozoikum vertreten, vermannigfaltigt

sich noch erheblich im Laufe der mesozoischen und känozoischen Zeit. Doch scheiden mehrfach Arten aus, indem aus ihnen

**Festgewachsene Formen** werden. Das geschieht regelmäßig mit der R. Kl. und hat sich sowohl bei *Limiden* als *Pectiniden* mehrfach vollzogen. Dünnschalige, *Pecten*-ähnliche Formen, die schon paläozoisch vorkommen, werden als *Himnites* Dfr. bezeichnet. Bei den dickschaligen Formen, die meist durch reichliche Entwicklung von Schuppenrippen und Stacheln ausgezeichnet sind und als

**Spondylus** L. (384) zusammengefaßt werden, bildet sich in der R., festgewachsenen Klappe meist eine größere Area (*Ba*) heraus, und es entstehen symmetrisch zum Wirbel gestellte, ± hakenförmige Zähne in beiden Klappen (*x*, *y'*). Diese vorwiegend riffbewohnenden Formen kennt man schon seit dem Perm, bes. häufig treten sie von der Kreide an auf. Eine kleine, durch leistenförmige Zähne und weniger dicke Schale ausgezeichnete Gattung

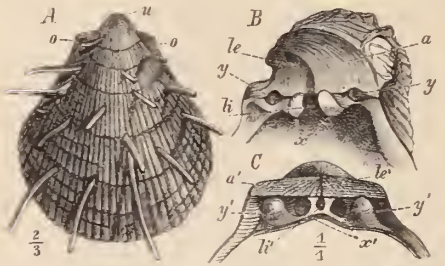



Fig. 384. *Spondylus*. *A Sp. spinosus* Sow. sp. Ob. Turon. Strehlen, Sachsen. R. Kl. *u* Wirbel; o Ohren. *B*, *C* *Sp. tenuispina* Sdb. M. Oligocän. Mainzer Becken. *B* Schloß der R. Kl. *a* Area; *le* äußerer, *li* innerer Teil des Bandes; *x* Schloßzähne; *y* Zahngruben. *C* Schloß der L. Kl. *a'*, *le'*, *li'* wie *a*, *le*, *li* bei *B*; *y'* Schloßzähne; *x'* Zahngruben.

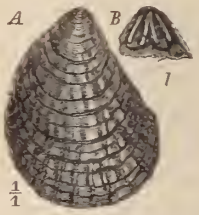



Fig. 385. *Plicatula spinosa* Sow. Mittl. Lias (Costatus-Schichten). Deutsch-Lothringen. *A* L. Kl. von außen. *B* Schloß der R. Kl. *l* Bandgrube, von 2 Leistenzähnen eingefaßt; außerdem 2 seitliche Zähne.

**Plicatula** Lk. (385) ist vom Jura an vertreten und lebt heute wie *Spondylus* bes. in den wärmeren Meeren. Manche kleine, früher hierher gerechnete Schalen, die mit ± breiter Fläche aufgewachsen, von der Trias an bekannt sind (wie *Pl. intusstriata* Em. — Rhät), unterscheiden sich durch den Besitz von 2 etwas ungleichen, aber wie bei den *Isomyarien* verteilten Muskeleindrücken — **Dimyidae.** Die

**Anomiiden** sind dünnschalige *Aviculacea* (seit Jura bekannt), deren Byssus durch ein Loch der R. flachen Klappe austritt und sich mit seinem verkalkten, hufartigen Ende auf der Unterlage festheftet.

**5. Fam. Ostreidae.** Das auffälligste Merkmal der Austern liegt in der ± dicken, blätterigen, fast nur aus Kalkspat bestehenden, daher fossil stets guten Schale. Diese ist zumeist aufgewachsen und zwar mit der L., größeren Kl. Band in einer ± verlängerten und tiefen Grube unter dem fast zentralen, geraden oder verschiedenartig gebogenen Wirbel. Schloßrand kurz oder lang, aber stark gebogen, nicht gerade wie bei fast allen

*Avicelacea.* Zähne fehlen. Ein großer, hinten oder fast in der Mitte gelegener Muskeleindruck vorhanden.

Die Austern bilden eine schon im Paläozoikum von den übrigen *Anisomyar.* abgetrennte Gruppe, die bes. im Perm. (? Ob. Karbon) von Australien und Indien durch die bankartig auftretende

**Eurydesma** Morr. vertreten ist. Es sind freie, dicke, breit ovale Schalen von *Veneriden*-Habitus, aber mit blättriger Struktur. Die Wirbel sind hervorragend, dick und eingekrümmt; Schloßrand gebogen. Ein einziger Muskeleindruck. Das Band liegt in einer großen, kantig begrenzten, schief nach hinten ziehenden Furche des hohen Schloßfeldes der R. Kl. eingetieft, während die L. Kl. sich mit einem entsprechend gestalteten Wulst darauf legt. Zähne fehlen. R. Kl. vor dem Wirbel mit einer im Verschwinden begriffenen Byssusfurche. Vom (Trias) Jura an kennt man in reicher Entfaltung die Gattung

Fig. 386. *Ostrea Gingensis* Schl. sp. Miocän. Wiener Becken. L. Kl. von innen. *lg* Bandgrube; *n* Muskeleindruck. (Links = hinten.)

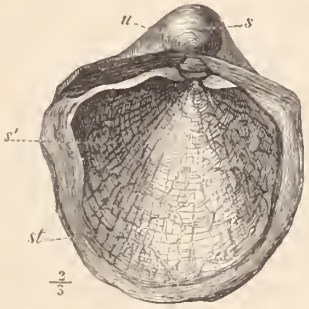



Fig. 387. *Ostrea (Gryphaea) vesicularis* Lmk. Ob. Senon. Rügen. Schale gegen die R. Kl. (*s'*). *st* Radialstreifen; *s* L. Kl. mit übergebogenem Wirbel (*u*).

Fig. 388. *Ostrea (Gryphaea) arcuata* Lmk. U. Lias (*α*) (Gryphitenkalk). Metz. Von hinten. *s* L. (gewölbte), *s'* R. (flache) Kl.; *f* Furche, die auf der Hinterseite der L. Kl. vom Wirbel zum Unterrande zieht.

**Ostrea** L. (386—391), durch senkrecht gestelltes, oft gebogenes Band ausgezeichnet und stets, wenigstens in der Jugend, mit der L. (größeren) Kl. festgewachsen. Bei dauernder Festsetzung verlängern sich die Wirbel zumeist (386), während bei den bald wieder frei werdenden *Gryphaeen* (387, 388) und *Exogyren* (389, 390) der übergebogene oder gedrehte Wirbel der L. Kl. sich wieder ± stark herauswölbt. Man unterscheidet gewöhnlich als

*Ostrea* (386) die flachen, glatten oder gewellten Schalen, die im Jura selten sind, in der Kreide häufig und im Tertiär sehr groß und gemein werden, als

*Gryphaea* (387, 388) die glatten, hochgewölbten Schalen mit flacher oder hohler Deckelklappe und eingekrümmtem, nach vorn oder hinten gebogenem Wirbel. Jura und Kreide, jünger selten.

*Exogyra* (389, 390) wie *Gryphaea*, aber Wirbel spiral nach hinten gedreht. Schale zuweilen mit Wellen oder Falten. Jura selten, Kreide häufig.

*Alectryonia* (391). Schale mit ± scharfen und steilen Falten. Schon in der Trias, häufig in Jura und Kreide, jünger seltener.

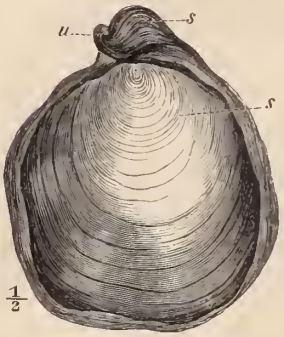



Fig. 389. *Ostrea (Exogyra) columba* Lmk. Cenoman. Regensburg. Schale gegen die R. Kl. (*s'*) gesehen. *s* L. Kl. mit seitwärts und spiral gedrehtem Wirbel (*u*).

Fig. 390. *Ostrea (Exogyra) virgula* Dfr. Ob. Kimmeridge. Berner Jura. *A* Schale gegen die L., *B* gegen die R. Kl. gesehen.

Fig. 391. *Ostrea (Alectryonia) flabelloides* Lmk. Mittl. Dogger. Schwaben. Schale gegen die R. Kl. gesehen. (Links = hinten.)

Es gibt noch etwa 100 lebende Arten, die die ungeheure Größe mancher tertiären aber nicht erreichen. Sie leben in geringer Meerestiefe und treten infolge sehr rascher Vermehrung häufig bankweise auf, wie die fossilen auch. Die jugendliche Schale ist quer-oval und gewölbt und besitzt stark vorragende, gekrümmte Wirbel, ähnelt somit auffallend der permischen *Eurydesma*

## Geologische Verbreitung der Lamellibranchier.

Schon in vorsilurischer Zeit muß eine Trennung in mehrere Stämme stattgefunden haben, da im Unt. Silur nicht nur *Iso-* und *Anisomyaria*, sondern von jeder dieser Gruppen verschiedene Abteilungen gut gesondert vertreten sind. Wie schon betont, kommen den meisten älteren Formen gewisse primitive Merkmale zu: die Zähne sind vielfach schwach und unbestimmt und vorwiegend plagiodont oder taxodont ausgebildet, die Schale ist dünn und meist wenig verziert; das Band liegt durchweg äußerlich und verbreitert sich bei den *Anisomyariern* noch über eine ausgedehnte Fläche; sinupalliate Formen fehlen ganz, die Zahl der Süßwassermuscheln ist verschwindend und Bohrmuscheln kommen ebenso wenig vor wie festgewachsene Formen.

Am Ende der paläozoischen Zeit sehen wir eine schärfere Trennung der einzelnen Familien eingetreten, im bes. haben sich die *Anisomyaria* schon in mehrere Familien abgesondert; *Trigoniacea* und *Mytilacea* bewohnen in großer Formenmannigfaltigkeit das brackische und Süßwasser, sinupalliate *Desmodonten* sind vorhanden, auch vereinzelte Bohrmuscheln.

Zur Triaszeit erscheinen die Schloßbildungen der *Isomyarier* durchweg gut ausgeprägt und differenziert, verschiedene *Monomyarier* wachsen fest, die riffbewohnenden *Pachyodonten* treten in ansehnlichen Formen auf, die *Trigoniacea* erhalten z. T. Kerbzähne und reichliche Verzierungen, ein Vorgang, der im Jura allgemein wird. Manche *Aviculacea* erhalten ein Kerbenband.

Die Fauna des jüngeren Mesozoikums wird durch die reichliche Entwicklung der *Pachyodonten* (i. B. der *Rudisten*) und *Ostreiden* einerseits, durch

die neu entstandene Süßwasserfamilie der *Cyreniden* andrerseits charakterisiert. Ferner haben nicht nur *Desmodonten*, sondern auch viele *Heterodonten* eine Mantelbucht erhalten, manche derselben auch ein innerliches Band. Unter den *Arieulaeea* nehmen die *Inoceramiden* eine hervorragende Stelle ein und festgewachsene *Pectiniden* und *Limiden* werden häufig, ebenso bohrende Formen.

Aus dem Tertiär kennen wir *Rudisten* und *Inoceramiden* nicht mehr. Davon abgesehen stellt sich die känozoische Fauna als eine normale Fortbildung der jungmesozoischen dar, als deren Eigentümlichkeiten die Häufigkeit sinupalliater *Heterodonten* und bohrender *Desmodonten* und eine große Mannigfaltigkeit von Süßwasserformen, bes. von *Unioniden*, *Mytiliden*, *Cyreniden* hervorzuheben sind. Daß ihre integripalliaten bez. marinen mesozoischen Vorfahren (*Trigoniacea* usw.) dem entsprechend zurücktreten, begreift sich leicht. Im Vergleich zu diesen mannigfaltigen Änderungen bei der Hauptmasse der Zweischaler erscheint der *Taxodonten*stamm seit dem Silur sehr konservativ.

## 2. Klasse: Gastropoda. Bauchfüßler, Schnecken.

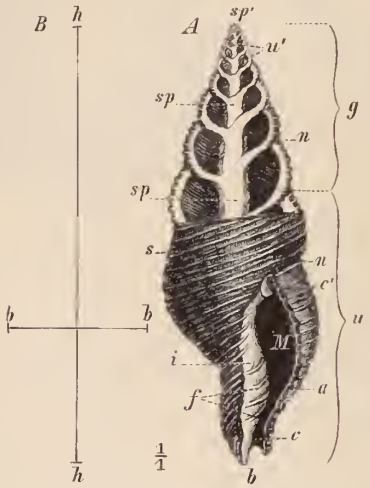
Die Schnecken sind beschalte oder nackte Weichtiere mit deutlich abgesetztem Kopf und meist bauchständigem Kriech- (seltener Schwimm-) Fuß. Nur ausnahmsweise sind die Organe paarig und symmetrisch angelegt, wie bei den Zweischalern, vielmehr hat der Körper i. A. eine Drehung von links hinten nach rechts vorn erfahren, wodurch ursprünglich symmetrische Organe unsymmetrisch, paarige unpaar geworden sind. So ist gewöhnlich nur eine Kieme (oder Atemhöhle) vorhanden, und diese befindet sich in einer vom unpaaren Mantel überdeckten Falte, die vorwiegend der linken Körperseite angehört. Der Eingang zur Kiemenhöhle kann weit oder eng, und im letzteren Falle auch zu einem röhrigen Kiemensipho ausgezogen sein. Der vordere Rand des Mantels sondert eine i. A. röhrige Schale ab, welche den Eingeweidesack einhüllt, aus der das Tier aber Fuß und Kopf sowie den vorderen Teil des Mantels herausstecken kann. Das Tier ist durch einen Körpermuskel, der sich vom Fußmuskel abzweigt, im hinteren Teil der Schale festgeheftet. Als ein für alle *Gastrop.* bezeichnendes Merkmal haben Zunge und Reibplatte (*radula*) zu gelten; letztere ein mit kleinen Zähnchen besetztes Chitinstück auf dem zungenartigen Wulst am Eingange des Darmes. Die

**Schale** hat ursprünglich wohl die Form eines hinten geschlossenen Kegels besessen, der mit einer einheitlichen, unten vorn geöffneten Muschelschale zu vergleichen ist. Beim Fortwachsen des Tieres hat sie sich röhrig verlängert, und da sie nach hinten geneigt war und das Tier oben stärker wuchs als unten, hat sich die Röhre nach hinten zurück gebogen oder eingerollt. Aus einer derartigen, zunächst noch symmetrischen Spiralschale ist dann die normale Schneckenschale durch Überneigen nach der rechten Seite hervorgegangen zu denken, was eine Verschiebung und eine hälftige Verkümmerung der Organe zur Folge gehabt hat.

An einer vollständigen und normalen Schale unterscheidet man folgende Teile (392 *A*):

a) Die Spitze (*sp'*), den zuerst gebildeten Teil der Röhre, dessen embryonale Windungen oft abweichend von den späteren gestaltet sind;

b) die Umgänge oder Windungen (*g*), deren letzter (*u*) i. A. am größten ist; die Öffnung des letzten Umganges, aus welcher das Tier Kopf und Fuß herausstreckt, heißt



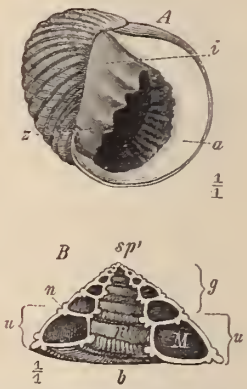




Fig. 393. *A Nerita Plutonis* Bast. Miocän. Uecken, Aargau. *B* Längsschnitt einer Schneckenschale mit weitem und tiefem Nabel (*n*) (*Solarium*).

Fig. 392. *A* eine rechtsgewundene Schneckenschale (*Latirus*) in der gebräuchlichen Stellung; das Gewinde (*g*) der Länge nach bis zur Mitte aufgeschnitten, der letzte Umgang (*u*) ganz. *B h—h* Länge oder Höhe, *b—b* Breite oder Dicke des Gehäuses.
*b* Basis; *sp'* Spitze; *u* letzter Umgang; *u'* erste, durch Querwände abgeschlossene Umgänge; *g* Gewinde; *n* vertiefte Nähte zwischen den einzelnen Umgängen; *sp* Spindel; *f* deren Falten; *M* Mündung; *c* unterer, *c'* oberer Kanal derselben; *a* Außen-, *i* Innenlippe; *z* Zähne der Innenlippe; *s* Spiralstreifen der Schalenoberfläche.

c) Mündung (*M*).

Man betrachtet die Schale gewöhnlich derart, daß die Spitze (*sp'*) nach oben, die Basis (*b*) mit der Mündung (*M*) nach unten gekehrt ist (392 *A*, 393 *B*). Dann ergeben sich die Bezeichnungen Länge (Höhe — 392 *B h — h*) und Dicke (Breite — *b—b*). Bei dieser Stellung liegt die Mündung (*M*) rechts, die Schale ist normal oder rechts gewunden. Die umgekehrte Aufrollung (links) tritt sowohl gesetzmäßig bei gewissen Gattungen (456), als auch als Abnormität bei rechtsgewundenen Formen (450) auf. Die Mündung kann sehr verschiedene Form besitzen. Sie ist kreisrund (418) oder halbmondförmig (393 *A*), eiförmig (392) oder linear (405). Der Rand (Mundrand) bildet nur selten ein zusammenhängendes Ganze — zusammenhängender Mundrand (406 *Bm*), meist zerfällt er in 2 verschieden gestaltete Teile, die Außenlippe (392 *A a*) und Innenlippe (*i*). Die Lippen können in mannigfacher Weise ausgestaltet sein, umgeschlagen, verdickt, mit Falten oder Zähnen versehen (393 *Az*). Die Außenlippe breitet sich zuweilen flügelartig (443) aus oder zerteilt sich fingerförmig (441, 442). Wenn die Eingangswand zur Atemhöhle sich zu einem Sipho verlängert, so erzeugt dieser am unteren Teile der Mündung eine

entsprechende Ausbuchtung, welche Innen- und Außenlippe noch schärfer trennt, entweder nur in der Form eines Ausgusses (427, 429) oder eines geraden oder gebogenen Kanals (392 *Ac*). Hiernach unterscheidet man holostome Schalen ohne Ausguß oder Kanal und siphonostome. Hat sich das Tier in die Schale zurückgezogen, so wird die Mündung durch den hinteren Teil des Fußes gegeschlossen. An diesem tritt häufig (ursprünglich wohl allgemein) ein Schalenstück von der Form der Mündung, der Deckel, auf (416), welcher die Mündung verschließt. Er ist kalkig oder hornig, eine einfache oder spiral gedrehte (416), zuweilen dicke und mit Fortsätzen versehene Platte (422). Fossil trifft man ihn fast immer von der Schale getrennt. Die

Form der Schale unterliegt großen Schwankungen. Bei wenig beweglichen oder ruhig sitzenden Tieren ist sie i. a. schüssel- (394) oder mützenförmig (395), mit ± stark erweiterter Mündung und stark zurücktretender Spirale und dabei entweder symmetrisch (394) oder unsymmetrisch (395). Die spiral gerollten Schalen können niedrig und dabei ± kuglig (396) oder kegelförmig (397), oder höher und dann walzen- (457), ei- (432),

Fig. 394. Eine napfförmige Schale (*Fissurella*). 1/1.

Fig. 395. Eine mützenförmige Schale (*Capulus*). 1/1.

Fig. 396. Eine kuglige Schale mit Nabel u. Nabelschwiele (*Natica*). 1/1.

Fig. 397. Eine kegelförmige Schale (*Trochus*).

spindel- (392), oder kegelförmig (428) sein. Berühren sich die Windungen in der Aufrollungsachse, so entsteht eine axiale, säulenartige Verdickung, die Spindel (392 *Asp*), berühren sie sich nicht, so bleibt in der Richtung der Achse ein kegelförmiger Hohlraum, der Nabel (393 *Bn*, 396), der aber nachträglich von außen durch eine Schwiele ganz oder teilweise geschlossen werden kann (396). Manche Schalen rollen sich vollständig aus, ihre Windungen berühren sich nicht mehr; es entstehen dann einfache, gebogene bis gerade oder unregelmäßig knäuelförmige Gestalten.

Die Verzierungen setzen sich aus konzentrischen, d. h. der Außenlippe ‖ geordneten und daher queren Zuwachsstreifen-, rippen usw. (414 *B*) und aus ⊥ zur Außenlippe gerichteten, spiralen (392 *As*) zusammen. Die Schalenmasse ist Aragonit, im Innern oft von perlmutterartiger Beschaffenheit.

Ursprünglich waren wohl alle *Gastr.* durch Kiemen atmende, beschalte und kriechende Meeresbewohner. Beim Übergang zur schwimmenden Lebensweise ist der Fuß zum Schwimmorgan umgebildet und die Schalen sind allgemein kleiner und dünner geworden oder ganz verkümmert. Viele sind ins Süßwasser gegangen und schließlich zu luftatmenden Landtieren geworden. Dieser Vorgang ist von einer Vereinfachung der Schalen-

bildung unter ± vollständigem Verluste der Verzierungen und schließlich von einer Reduktion der Schale begleitet Nacktschnecken. Die Meeresschnecken leben meist in geringer Tiefe (0—70 m) und bilden namentlich in der Brandungszone dicke Schalen, während Schlammbewohner und in größerer Tiefe lebende nur zarte Gehäuse bauen.

**Klassifikation.** Eine Einreihung der fossilen Schnecken in den für die lebenden aufgestellten Abteilungen wird dadurch unmöglich gemacht, daß die meisten Merkmale, welche für die Einteilung der lebenden verwertet werden, die Lage und Beschaffenheit der Kiemen, des Herzens und der Zunge, bei den fossilen nicht beobachtet werden können. Aber auch solche Merkmale des Tieres, welche sich in der Schale ausprägen, wie das Auftreten einer Atemröhre, können meist nicht als Grundlage einer natürlichen Anordnung dienen, da dieses Organ ähnlich wie bei den *Lamellibranchiata* sich in verschiedenen Gruppen unabhängig im Laufe der Zeit herausgebildet hat. Dementsprechend sind ja auch alle älteren Museheln integripalliat und alle älteren Schnecken holostom. Da nun aber der genetische Zusammenhang der fossilen Schalen durch Aneinanderreihung nach allen beobachtbaren Merkmalen vielfach nur unvollkommen ermittelt ist, so enthält die nachfolgende Übersicht nur z. T. ± natürliche Gruppen, z. a. T. provisorische Sammelgruppen, die sich ± vollständig mit den auf die Weichteile gegründeten decken.

### Schlüssel für die wichtigsten Gruppen.

A. Schale vollständig symmetrisch, nicht spiral, nie mit Schlitz oder Loch. **1. Patellacea** u. **2. Placophora.**

B. Schale symmetrisch, meist spiral, mit Schlitz oder Loch, zuweilen mit Kanal. **3. Schizostomata.**

C. Schale unsymmetrisch, weder Schlitz noch Loch, noch ausgeprägter Kanal vorhanden.

a) Schale weitnabelig, kreiseiförmig bis niedergedrückt. **4. Euomphalacea.**

b) Schale meist engnabelig.

$\alpha$) Schale kegel- oder kreisförmig. Umgänge langsam anwachsend. **5. Trochacea.**

$\beta$) Schale ± kuglig oder mützenförmig, mit wenig Windungen. **6. Capulacea.**

$\gamma$) Schale ± turmförmig, mit zahlreichen langsam anwachsenden Windungen. **7. Turritellacea.**

D. Schale sehr verschieden gestaltet, meist reich verziert, mit deutlichem Ausguß oder Kanal, aber ohne Schlitz. Marin. **8. Siphonostomata.**

E. Schale sehr verschieden gestaltet, ohne Kanal und Schlitz, fast nie skulptiert. Durch Lungen atmende Land- und Süßwasserschnecken. **9. Pulmonata.**

F. Schalen verschieden gestaltet, dünn oder fehlend. Fuß zu einem Flossenpaar umgewandelt. Marin. **10. Pteropoda.**

### 1. Patellacea (= *Cyclobranchia*, = *Docoglossa*).

Symmetrisch gestaltete Tiere mit einfacher, napfförmiger, symmetrischer Schale, die weder Einschnitt noch Loch besitzt. Ein hufeisenförmiger, großer vorn geöffneter Muskeleindruck vorhanden, der jederseits zuweilen in 6—8 Teile zerfällt. Schalen glatt, radial gerippt oder konzentrisch blätterig verziert.

Vom Kambrium an finden sich Vertreter dieser Gruppe, aber i. A. als Seltenheiten. Als Bewohner der Flutzone ist *Patella* L. heute weit verbreitet.

### 2. Placophora (= *Polyplacophora*).

Symmetrisch gestaltete Tiere mit einer symmetrischen Schale, die aus 8 hintereinander liegenden, beweglichen Kalkstücken besteht. Die Kalkstücke decken sich dachziegelartig von hinten nach vorn. Fossil seit dem Silur bekannt, aber selten, und fast nie die Platten im Zusammenhange gefunden. *Chiton* lebt heute in mehreren 100 Arten in der Flutzone aller, namentlich der wärmeren Meere.

Nahe mit ihnen verwandt sind die *Aplacophora*, wurmartige Tiere, die keine festen Schalen, sondern nur Kalknadeln bilden und die man daher fossil nicht kennt.

### 3. Schizostomata (= *Sinuata* z. T.).

Eine Spalte im Mantelrande erzeugt am Mündungsrande einen Schlitz oder einen Spalt, die bei den spiralen Formen in der Außenlippe, bei den symmetrischen median gelegen sind. Durch nachträgliche Ausfüllung des Schlitzes (398 *s*, 401 *As*), mit Kalkmasse entsteht fast regelmäßig ein Schlitzband, das sich meist erhaben und durch die rückwärts gebogenen Zuwachsstreifen von der umgebenden Schale abhebt (398 *Bs'*, 401 *Bs'*). An Stelle des Schlitzes kann ein Loch oder eine Reihe von Löchern treten.

Die Schalen dieser schon vom Kambrium an bekannten, im Laufe der Zeit aber vielfach veränderten Gruppe sind sehr mannigfaltig gestaltet.

a) Schale symmetrisch.

**Bellerophontidae** (398). Schale gewöhnlich dick und stark eingerollt, nur konzentrisch oder auch spiral verziert. Durch nicht erweiterte, aber oft verdickte Mündung und durch einfachen Schlitz oder Spalt in der Mündung der ± kugligen Schale ist *Bellerophon* Mntf. (398) ausgezeichnet, vom Silur — Perm in zahlreichen Arten verbreitet. (Permischer »*Bellerophonkalk*« der Südalpen). Im Silur und Devon auftretende Formen mit trompetenartig erweiterter Mündung (*Salpingostoma*) leiten zu mützenförmigen und später napfförmigen Schalen, die als

**Fissurellidae** (399, 400) zusammengefaßt werden. Von Trias — Gegenwart sind die mützenförmigen Schalen von *Emarginula* Lk. (399) mit randlichem Schlitz, vom Karbon an napfförmige Gestalten wie *Fissu-*

*rella* Lk. (400) bekannt; hier ist ein dem Wirbel ± genähertes Loch vorhanden. Diese Formen leben jetzt in der Flutzone, wie die *Patellen*.

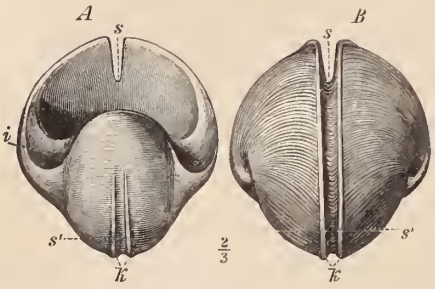



Fig. 398. *A, B Bellerophon bicarenus* Lév. Unterkarbon. Tournay, Belgien. *s* Schlitz; *s'* Schlitzband, beiderseits von einem Kiele (*k*) eingefaßt; *i* schwielig verdickte Innenlippe.

Fig. 399. *Emarginula Münsteri* Pict. Alpenkeuper (Cassianer Sch.). St. Cassian. S. Tirol. Schale von vorn, den Schlitz und das Schlitzband zeigend. 2/1.

Fig. 400. *Fissurella Italica* Dfr. Miocän. Wien. Becken. Schale von oben mit gelochter Spitze. 1/1.

b) Schale unsymmetrisch.

Eine verwandte Reihe von beträchtlichem Umfange bilden die schon im Kambrium erscheinenden

**Pleurotomariidae.** Sie besitzen niedrig oder hoch gewundene, genabelte oder ungenabelte Spiralschalen mit sehr mannigfaltigen Verzierungen und stets deutlich entwickeltem Schlitz und Schlitzband. Die außerordentlich zahlreichen Vertreter scheiden sich in 2 größere Abteilungen:

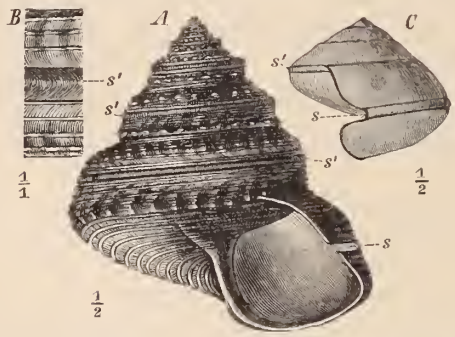



Fig. 401. *A—C Pleurotomaria*. *A, B Pl. anglica* Sow. sp. U. Lias (*α*). Frankreich. *B* ein Stück der Schalenoberfläche, zeigt die zurückgebogenen Anwachsstreifen des Schlitzbandes (*s'*). *C Pl. caepa* Desl. U. Lias (*α*). Hettingen, Lothringen. *s* Schlitz; *s'* Schlitzband.

Fig. 402. *Murchisonia bigranulosa* d'Arch. M. Devon. Rheinisches Schiefergebirge.

**Pleurotomaria** Dfr. (401). Meist breit kegelförmige Schalen mit oder ohne Nabel, glatt oder mit spiralen oder konzentrischen Verzierungen.

Mündung vorn gerundet, ohne Andeutung eines Ausgusses. Solche Formen sind in allen Formationen vom Silur bis gegen Ende der Kreidezeit häufig, im Tertiär selten, lebend nur noch in 4 sehr seltenen Arten. Die Gattung *Haliotis* L., seit der Kreide bekannt, heute in wärmeren Meeren sehr häufig, dürfte an Stelle von *Pl.* getreten sein. Hier zeigen nur die ersten Windungen kegelförmigen Aufbau und Verzierungen wie *Pl.*, bald verbreitert sich die Schale ohrförmig, und die Mündung wird fast so breit wie die ganze Schale. An Stelle des Schlitzbandes eine Reihe von Löchern, die von hinten durch die Perlmutterlage abgedichtet werden. Bewohner der Flutzone. Die zweite Abteilung wird durch

**Murchisonia** d'A. & V. (402) repräsentiert. Die Schale ist ± hoch und turmartig; schon sehr früh reichlich und sehr veränderlich verziert, die Mündung zeigt Neigung zur Bildung eines Ausgußes. Von Silur bis Trias bekannt. Die riffbewohnenden Formen des M. Devon zeichnen sich durch dicke Schale und starke (z. T. knotige) und variable Verzierungen aus (402). Aus dieser Gattung dürften mehrere seit dem Jura bekannte Gruppen der *Turritelacea* (S. 268) sowie die stark verzierten *Purpuriniden* des Mesozoikums und die jüngeren *Strombiden* hervorgegangen sein, indem Schlitz und Schlitzband allmählich verschwanden. Wahrscheinlich reihen sich hier auch 2 siphonostome Familien mit ± deutlichem Schlitz an:

**Pleurotomidae** (403, 404). Schalen mit hohem, turmförmigen Gewinde, mannigfach und häufig nach Art der *Murch.* verziert. Mündung in einen ± langen Kanal verlängert, mit seitlicher Ausbuchtung oder mit Schlitz, häufig mit Kante, aber ohne eigentliches Schlitzband. Diese in der Kreide erst spärlich vertretene Gruppe mit der Hauptgattung *Pleurotoma* Lk. (403, 404) erreicht im Tertiär und in der Gegenwart eine ungeheure Mannigfaltigkeit (über 1500 Arten). Sie findet sich vorzugsweise in tonigen und sandigen Absätzen. Eine ähnliche geologische Verbreitung besitzen die nahe verwandten

Fig. 403. *Pleurotoma Belgica* Mnstr. M. Oligocän. Weinheim, Mainzer Becken.

Fig. 404. *Pleurotoma cataphracta* Brocc. sp. Miocän. Baden, Wiener Becken.

Fig. 405. *Conus ponderosus* Brocc. Miocän. Lapugy, Siebenbürgen.

**Conidae** (405). Sie wachsen anfänglich wie *Pleurotoma*, die Umgänge werden aber immer höher und umhüllen die Spirale mehr und mehr bis zur Abplattung der Oberseite. Die inneren Umgänge werden bei *Conus* resorbiert, der

Einschnitt schwächt ab. Die heutigen Kegelschnecken leben z. gr. T. in größerer Tiefe.

---

Aus kleineren Formen der paläozoischen und mesozoischen *Schizostomata*, die teils symmetrisch wie *Cyrtolites*, teils anfangs spiral und später symmetrisch gewunden sind wie *Porcellia*, scheint sich durch Übergang zur frei schwimmenden Lebensweise die heutige Gruppe der pelagischen

**Heteropoda** herausgebildet zu haben. Denn ihre z. T. nur in der Jugend entwickelten, zarten Schalen verknüpfen mit einem Schalenschlitz wie bei *Atlanta* oder doch mit noch merklichen Andeutungen dieses Merkmals wie bei *Carinaria* und *Oxygyrus* eine symmetrische oder pseudosymmetrische Gestalt.

### 4. Euomphalacea.

Niedrig kegelförmige bis flache, weit genabelte Schalen, deren älteste Vertreter z. T. eine Ausbuchtung der Lippe oder eine schlitzbandartige Kante besitzen. Das ist bes. der Fall bei

**Euomphalus** Sow. (406) mit kantigen und zuweilen geknoteten Umgängen, von Silur — Trias verbreitet, bes. häufig und groß im Karbon, während bei

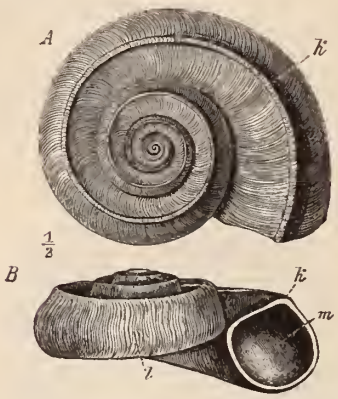



Fig. 406. *Euomphalus pentangulatus* Sow. sp. Unterkarbon. Belgien. *A* Oberseite. *B* von vorn. *k* Kante, die nach vorn konvexe Zuwachsstreifung der Schale (*l*) unterbrechend. *m* Mündung.

Fig. 407. *Straparollus Dionysii* Montf. Unterkarbon. Belgien. 1/1.

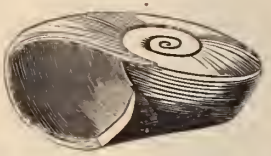


Fig. 408. *Maclurea Logani* Salt. U. Silur Canada. Schale von vorn. 1/1.

**Straparollus** Mtf. (407) (Silur — Jura) nur feine konzentrische Streifung auf den gerundeten Umgängen ausgebildet ist. An beide Gattungen schließen sich ausgerollte Formen an, die namentlich im Silur und Devon verbreitet sind. Aus den normal gerollten Formen ist wahrscheinlich die von der Kreide an gefundene Gattung *Solarium* Lk. mit reichlicher Verzierung hervorgegangen (393 *B*). Die silurische

**Maclurea** Sow. (408) mit flacher, (?) links gewundener Schale und rasch an Weite zunehmenden Umgängen schließt sich am besten hier an.

## 5. Trochacea.

In dieser umfangreichen Sammelgruppe werden hier schlitz- und schlitzbandfreie Schalen vereinigt, deren mäßig zahlreiche und meist verzierte Umgänge zu einer mittelhohen, kegelförmigen Spiralschale aufgerollt sind, und deren Mündungen keinen aussgesprochenen Ausguß oder Kanal besitzen. Nabel fehlt oder ist enge.

Sie reichen vom Silur bis zur Gegenwart; die Tiere besitzen sehr verschiedene Organisation. Es sind meist Meeres-, z. T. Süßwasser-, z. T. Landschnecken.

Fig. 409. *Turbo subcinctus* d'Orb. sp. Alpenkeuper (Cassianer Sch.). St. Cassian, S.-Tirol.

Fig. 410. Deckel von *Turbo* von der Seite und von außen.

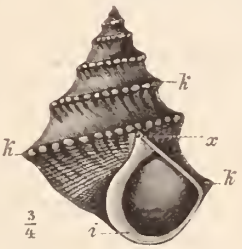



Fig. 411. *Amberleya subduplicata* d'Orb. sp. U. Dogger (Torulosus-Sch.). Silzklamm, U.-Elsaß. *i* die etwas umgeschlagene Innenlippe; *x* der obere Mundwinkel; *k* die spirale Umgangskante.

Fig. 412. *Trochus angulato-plicatus* Mnstr. Korallenkalk d. Oxford. Frankreich. *i* Innenlippe.

**1. Fam. Turbinidae.** Marine Schnecken, vom Silur — Gegenwart reichend, ausgezeichnet durch gerundete Mündung (409), scharfe Außenlippe und dicken, kalkigen Deckel (410). Die Gattung *Turbo* L. (409) ist in allen Formationen, in den jüngeren sehr reichhaltig vertreten. Die Verzierungen bestehen meist aus spiralen Rippen, die oft durch Zuwachsrippen knotig werden. Dieser Familie stehen die **Trochonematidae** nahe, welche sich durch oben winkelige Mündung und ± scharf gekielte Umgänge unterscheiden. Sie sind hauptsächlich mesozoisch wie die im Jura weit verbreitete *Amberleya* M. & L. (411).

**2. Fam. Trochidae.** Der vorigen Familie ähnlich, aber der Schalenboden ± abgeplattet und Mündung verquert, 4seitig. Deckel hornig. Im Gegensatz zu *Turbo* sind die Umgänge der Hauptgattung *Trochus* L. (412) meist durch wenig vertiefte Nähte geschieden. Geologische Verbreitung und Verzierungen ähnlich wie bei *Turbo*.

Den habituell ähnlichen, aber meist wenig verzierten *Littorinidae* fehlt die Perlmutterschicht obiger Familien. Sie sind bes. seit der Trias verbreitet.

**3. Fam. Paludinidae** und verwandte Familien sind Süßwasserbewohner, die sich hier anschließen lassen. Man findet sie vom Ob. Jura an, doch wird *Paludina* Lk. (413, 414) erst im Tertiär häufig, wo sie namentlich in den pliocänen *Paludinen*schichten mit andren Süßwasserschnecken in ungewöhnlich zahlreichen, gut vermittelten Abänderungen auftritt.

Die glatte, selten verzierte Schale besitzt eine dicke Epidermis; der Mundrand ist oben ⊥ winkelig. Die mehr turmförmige, kleine *Hydrobia* Hrtm. (415) und Verw. ist wie *Pal.* durch den Besitz eines Deckels ausgezeichnet. Findet sich seit der Kreide; manche Süßwasserkalke, wie die *Hydrobien-* oder *Littorinellen-*kalke des jüngeren Tertiär sind zuweilen ganz mit ihren Schalen angefüllt.

Fig. 413. *Paludina orbicularis* Sow. U. Oligocän. Südengland. 1/1.

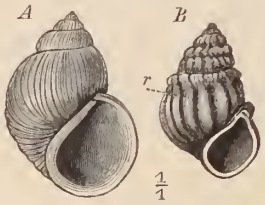



Fig. 414. *A Paludina pachystoma* Sdb. Miocän. Mainzer Becken. *B P. avellana* Neum. Pliocän (Paludinensch.). Slavonien. *r* Querrippen.

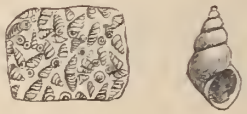


Fig. 415. *Hydrobia ventrosa* Mont. sp. (= *Littorinella acuta*). Miocän. (Littorinellenkalk). Mainzer Becken. Ein mit den Schalen angefülltes Gesteinsstück (1/1) und eine Schale. 5/2.

Landschnecken, die wegen ihrer habituellen Ähnlichkeit und wegen des Besitzes eines spiralen Deckels hier angeschlossen werden können, sind seit der Kreide gefunden. So ist in wärmeren Ländern die

Fig. 416. *Cyclostoma bisulcatum* Ziet. Miocän. Ermingen b. Ulm. Schale mit erhaltenem Deckel.

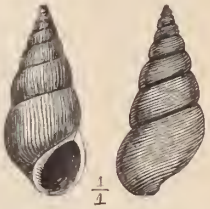



Fig. 417. *Megalomostoma mumia* Lmk. Ob. Eocän. Pariser Becken. Von vorn und von hinten. (Die Mündung sollte kreisrund gezeichnet sein.)

Fig. 418. *Strophostoma anomomphalus* Sdb. Ob. Oligocän. Arnegg b. Ulm. Schale umgekehrt von der Seite und von oben.

**4. Fam. Cyclostomidae** in zahlreichen Arten verbreitet. Fossil kennt man sie seit der Kreide. In tertiären Süßwasserkalken finden sich *Cyclostoma* Lk. (416), *Megalomastoma* Guild. (417) und *Strophostoma* Desh. (418) nicht selten; diese besitzt einen nach oben verdrehten letzten Umgang.

## 6. Capulacea.

Die Schale besteht aus wenigen spiralen Windungen, die rasch anwachsen, so daß der letzte Umgang unverhältnismäßig groß und bauchig erweitert erscheint. Sind die Schalen ausgerollt, so entstehen mützen- bis schüsselförmige Gestalten.

Von den 2 seit dem Silur (Kambrium) bekannten Gruppen sind die *Naticiden* durch eine stets geschlossene Spiralschale, die *Capuliden* durch eine fast immer ausgerollte, mützenförmige Schale ausgezeichnet.

**1. Fam. Naticidae** (419—424). Die paläozoischen und die meisten triadischen Vertreter, als *Naticopsis* und Verw. unterschieden, sind teils glatt, teils wie *Naticella* (419) quer berippt, und besitzen einen nicht spiralen Deckel und keinen Nabel, während bei den jüngeren Formen, welche der formenreichen Gattung

Fig. 419. *Naticella costata* Mnstr. Ob. Buntsandstein (Werfener Sch.). Campitello, Südtirol. *A* von vorn. *B* von hinten.

Fig. 420. *a Natica millepunctata* Lmk. Pliocän. Mte. Mario b. Rom. Schale mit Spuren der ursprünglichen Färbung. Die wulstförmig verdickte Spiralschwiele ist im unteren Teile des weiten Nabels sichtbar. *b* spiralgewundener Deckel einer fossilen *Natica*.

**Natica** And. (420) zugehören, vielfach ein Nabel und stets ein spiraler Deckel auftritt. Vertreter dieser marinen Reihe sind in allen Formationen reichlich vorhanden, bes. mannigfaltig in Tertiär und Gegenwart. Eine zweite Gruppe, seit der Trias gesondert, zeichnet sich durch schwielig verdickte und meist abgeflachte, oft gezähnte Innenlippe, sowie durch Resorption der älteren Umgänge aus. Marine Vertreter sind

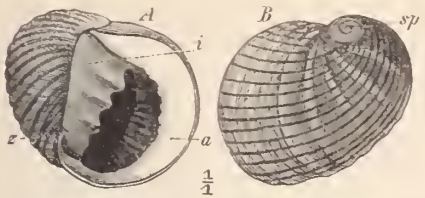



Fig. 421. *Nerita Plutonis* Bast. Miocän. Ueckeln, Aargau. *A* von vorn. *B* von hinten. *i* Innenlippe, gezähnt (*z*); *a* Außenlippe (innen verdickt); *sp* Gewinde.

Fig. 422. Deckel von *Nerita* mit 2 Fortsätzen. 1/1.

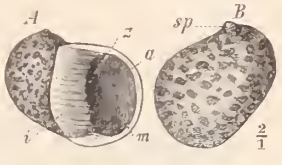



Fig. 423. *Neritina crenulata* Kl. Ob. Miocän. Deutschhof, Württemberg. *A* von vorn. *B* von hinten. *m* Mündung; *i* Innenlippe, schwach gezähnelt (*z*); *a* Außenlippe; *sp* Gewinde.

**Nerita** L. (421, 422) und Verw., Trias — Gegenwart, deren erste Umgänge noch deutlich gesondert erscheinen, während bei dem großen, dicklippigen *Velates* Mtf. (424) aus dem Eocän außen nur noch Spuren des Gewindes, innen nichts mehr davon zu sehen ist (*Be*). Seit dem Eocän sind Brack- und Süßwasserformen dieser Gruppe, *Neritina* Lk. (423), häufig. Ihre Außenlippe ist scharf, während sie bei den marinen Verwandten meist verdickt ist.

**2. Fam. Capulidae** (425, 426). Meist sitzende Tiere mit mützen-, kegel oder schüsselförmiger Schale, die aber fast stets noch Andeutungen der Spiralrollung erkennen läßt. Zu dieser Gruppe gehören mehrere der wenigen Formen, die aus dem Kambrium bekannt sind. In paläozoischen Schichten

sind sowohl horn- bis mützenförmige Schalen ohne deutliche Spirale wie *Orthonychia*, als auch solche mit erkennbarer, aber meist stark reduzierter Spirale, *Capulus* Mtf. (425, 426), reichlich vorhanden. Diese reichen bis zur

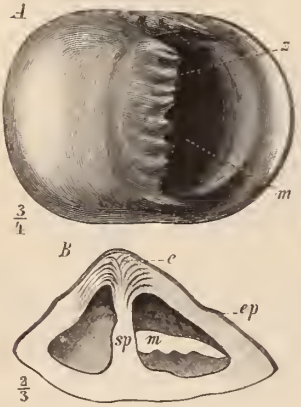



Fig. 424. *Velates Schmideli* Chem. sp. U. Eocän. Cuise-Lamotte, Oise. *A* Schale von unten; zeigt die stark verbreiterte, verdickte und gezähnte (*z*) Innenlippe, die Mündung (*m*) und die scharfe Außenlippe. *B* Schale von hinten bis zur Mitte angeschnitten. *sp* Spindel; *m* Mündung; *e* die ersten, durch Scheidewände ausgefüllten Windungen; *ep* obere Schalenschicht. NB. Figur *B* ist als Spiegelbild zu denken.

Fig. 425. *Capulus neritoides* Phill. sp. Unterkarbon. Visé, Belgien. Schale von der Seite gesehen. 1/1.

Fig. 426. *Capulus rugosus* Sow. sp. Ob. Dogger. Langrune, Normandie. Schale von oben. 1/1.

Gegenwart; sie bleiben, trotz der *Patella*-ähnlichen Gestalt, die sie zuweilen erhalten, doch stets etwas unsymmetrisch und der Wirbel ist nach hinten gerückt.

## 7. Turritellacea.

Im allg. ± hochgewundene, selten genabelte Schalen mit meist zahlreichen Windungen und mit holostomer oder schwach siphonostomer Mündung, aber ohne Einschnitt. Solche Schalen sind schon im Silur vorhanden. Ihre Windungen sind entweder hoch, die Mündung daher ± eiförmig, oder niedrig und die Mündung rundlich oder ± quadratisch. Hiernach gruppieren wir folgendermaßen:

A. Mündung ± eiförmig. Windungen hoch und ziemlich umfassend. Verzierungen treten zurück.

**1. Fam. Pyramidellidae.** Mittelgroße bis kleine, fast stets glatte Schalen. Marin. Im Paläozoikum durch Formen wie *Macrocheilus* Phill. (427), im Mesozoikum besonders durch die turmförmige *Pseudomelania* Pict. [= *Chemnitzia* z. T.] (428) vertreten. Die tertiären meist klein, aber wie *Eulima* Riss. schon seit dem Paläozoikum vorhanden. Seit der Jurazeit gibt es auch Brack- und Süßwasserformen, die als

**2. Fam. Melaniadae** zusammengefasst werden und die wohl größtenteils von den marinen *Pyram.* stammen dürften. Bei manchen ist die

Fig. 427. *Macrocheilus arculatus* v. Schl. sp. M. Devon (Stringocephalenkalk). Paffrath b. Cöln. Die Innenlippe ist unten verdickt und zeigt eine undeutliche Falte.

Fig. 428. *Pseudomelania Heddingtonensis* Sow. sp. Oxford. Frankreich. Die zickzackförmigen Farbenstreifen der Schalenoberfläche erhalten. *a* Außen-, *i* Innenlippe.

Fig. 429. *Melania inquinata* Desh. U. Eocän (Soisson-St.). Rilly b. Rheims. *i* Innen-, *a* die etwas ausgebogene Außenlippe.

Mündung ± normal, höchstens unten etwas ausgebogen, wie bei *Melania* Lk. 429, einer in jüngeren Formationen, namentlich vom Tertiär an sehr häufigen Gattung; bei andern, wie *Melanopsis* Fer. (430) verdickt sich die Innenlippe schwielig und die Mündung erhält einen Kanal. Von der Ob. Kreide an, bes. häufig im Neogen.

An die *Pyramidelliden* dürften sich auch am besten die

**Opistobranchiata** anschließen. Bei den lebenden Vertretern liegt die Kieme hinter dem Herzen. Die Schalenbildungen sind bei dieser Gruppe sehr mannigfaltig, vollständig bis ganz verkümmert.

Schon aus paläozoischen Schichten kennt man normal gestaltete Schalen mit wenig Umgängen, verhältnismäßig hoher letzter Windung und vorn stark zugerundeter Mündung. Vom Mesozoikum an lassen sich 2 Reihen verfolgen:

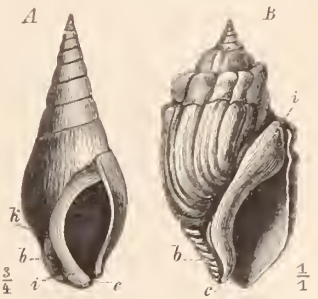



Fig. 430. *A Melanopsis galloprovincialis* Math. Oberste Kreide (Garonne-Stufe). Martigues bei Marseille. *c* Ausguß; *i* Innenlippe; *b* Basalfeld, nach oben durch einen Kamm (*k*) begrenzt. *B M. Martiniana* Fér. Ob. Oligocän. Wiener Becken. Bezeichnung wie bei *A*. Neben der schwielig verdickten Innenlippe (*i*) ist der obere Kanal der Mündung sichtbar.

**Actaeonidae** mit dicker, gewöhnlich glatter Schale, meist mit sichtbarem

Gewinde und Spindelfalten. *Actaeonina* d'Orb. ohne Spindelfalten (Karbon — Gegenwart); mit Falten versehen: *Actaeonella* d'Orb. (431), eine in der Hippuriten-Facies der oberen Kreide weit verbreitete Form, und *Cinulia* Gray. (432), ebenfalls in der Kreide häufig.

Fig. 431. *Actaeonella gigantea* Sow. sp. U. Senon (Hippuritenkr.). Gosau, Salzkammergut. *a* Äußerer Rand der Innenlippe; *f* Spindelfalten.

Fig. 432. *Cinulia incrassata* Mant. sp. Ob. Gault. Frankreich. *a* gekerbte Außenlippe; *f* Falten des Spindelrandes.

Fig. 433. *Bulla ampulla* Lin. Pliocän. Asti, Piemont.

**Bullidae** (433) mit einem stärker eingesenkten und schließlich vom letzten, bauchigen Umgange ganz umhüllten Gewinde. Diese Gruppe zeigt seit der Trias eine reiche Entfaltung und bietet ein ausgezeichnetes Beispiel für die allmähliche Reduktion der Schale bis zu Rudimenten, die vom Mantel umhüllt eine schwach spiral gedrehte Schaufel oder ein dünnes, ohrförmiges, gewölbtes Blatt darstellen (*Pleurobranchia*). Schließlich verschwindet bei den heute häufigen, marinen Nacktschnecken (*Nudibranchia*) die Schale im erwachsenen Zustande ganz bis auf einige Kalknadeln.

Die dickschaligen *Actaeoniden* mit Spindelfalten verschwinden z. gr. T. mit der Kreide, dürften aber wohl in den lungenatmenden *Auriculidae* (seit der Kreide) fortleben, deren Schale noch die bezeichnenden Falten der Spindel oder Innenlippe besitzt. Sie bewohnen die Meeresküste und Salzsümpfe.

Fig. 434. *Turritella*. *A T. turris* Bast. Miocän. Ermingen bei Ulm. *B T. imbricataria* Lmk. Mitteleocän. Pariser Becken. 1/1.

### B. Mündung rundlich oder ± quadratisch. Schalen meist reichlich verziert.

Den paläozoischen Vertretern, wie *Loxonema* Phill. und Verw. fehlen die Verzierungen fast ganz, dagegen wird häufig eine Ausbuchtung im Verlaufe der Zuwachsstreifen beobachtet. Die mesozoischen und jüngeren Vertreter, welche sich hieran und z. T. auch wohl an *Murchisonia* (S. 263) anschließen, erscheinen meist ± reichlich verziert; auch bildet sich in der Mündung vielfach ein Ausguß (434 *B*), zuweilen sogar ein kurzer Kanal (435 *Ac*, 439 *c*). Man unterscheidet darunter 3 Familien, welche sich um folgende Gattungen gruppieren:

**Turritella** Lk. (434). Die turmförmige, ungenabelte Schale ist mit Spiralstreifen bedeckt. Die Nähte zwischen den Umgängen meist vertieft. Mündung rundlich bis eiförmig, zuweilen mit schwachem Ausguß (*B*), ohne Falten. Schon paläozoisch sind ähnliche Formen vorhanden, sicher aber erst aus dem Mesozoikum bekannt, häufig tertiär und lebend. Nur marin.

**Nerinea** Dfr. (435, 436) ist der Typus einer sehr formenreichen Familie, die wohl mehrfachen Ursprungs ist. Meist sind Spindel und Lippen mit einfachen (435) oder verzweigten (436) Falten versehen, die auf dem Steinkern bezeichnende Riefen hervorbringen (435 *B*). Die Mündung ist mit kurzem Ausguß oder deutlichem Kanal (435 *Ac*), häufig oben mit einem Einschnitt (436 *Ae*) versehen, der auf der Schale ein schmales, undeutliches Schlitzband erzeugt. Im übrigen sehr mannigfaltig: glatt, spiral gerippt, oft geknotet. Gewinde hoch, zuweilen niedrig und mit stark umfassenden Umgängen. Nabel fehlt, kann aber auch vorhanden und sehr weit sein. Diese dickschaligen Schnecken beginnen in der Trias, finden sich in koralligen Schichten des mittl. und oberen Jura und in der Kreide massenhaft, z. T. in gigantischen Formen, sind jedoch jünger kaum bekannt. Doch ist zu bemerken, daß viele tertiäre *Cerithien* ebenfalls Falten besitzen und vielleicht ihre Nachkommen sind.

Fig. 435. *Nerinea trinodosa* Voltz. Ob. Malm (Portland). Schweizer Jura. *A* Schale mit erhaltener Mündung. 1 Spindelfalte ($f_2$), 1 Falte der Innen- ($f_1$) und 1 der Außenlippe ($f_3$). *c* Ausguß; *n* Naht. *B* Steinkern, 2 einfache ($f_2, f_3$) und 1 schwach verbreiterte Falte ($f_1$).

Fig. 436. *Nerinea Bruntrutana* Thurm. Ob. Oxford. Frankreich. *A* Schale mit erhaltener Mündung (*m*). *e* Einschnitt der Außenlippe; *n* Nabel. *B* Querschnitt der Windung. $f_1$ Falte der Innenlippe; $f_2, f_3$ Falten der Spindel, $f_4, f_5$ der Außenlippe.

**Cerithium** Ad. (437—440). Meer-, vielfach auch Brackwasserschnecken mit meist reichlicher Verzierung. Von *Nerinea* meist durch verdickte oder umgeschlagene, zuweilen stark verbreiterte Lippen unterschieden. Von Trias bis gegen Ende der Kreide fast nur in kleinen, aus dem Tertiär in z. T sehr großen Formen mit Spiralfalten bekannt; auch lebend häufig.

Fig. 437. *Cerithium nudum* Lmk. M. Eocän. Chaumont, Pariser Becken.

Fig. 438. *Cerithium serratum* Brug. M. Eocän. Damery, Champagne.

Fig. 439. *Cerithium margaritaceum* Brocc. U. Miocän. Nonndorf, Wiener Becken. *a* verdickte Außen-, *i* umgeschlagene Innenlippe; *f* Spindelfalten; *c* unterer Kanal; *e* obere Rinne der Mündung.

Fig. 440. *Cerithium plicatum* Bast. Oligocän. Ormoy, Pariser Becken.

## 8. Siphonostomata.

Seit dem Jura (Trias) beginnen vereinzelt in verschiedenen Reihen sich Atemröhren herauszubilden, die einen Ausguß oder ± langen Kanal in der Mündung erzeugen. Mit der Kreide werden solche Formen häufiger und in Tertiär und Gegenwart dominieren die *Siphonostomen* über die *Holostomen*, aus denen sie hervorgegangen.

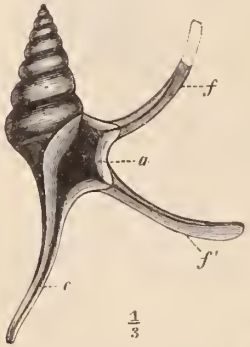



Fig. 441. *Alaria laevigata* Morr. & Lyc. Ob. Dogger. Frankreich. *c* Kanal; *a* Außenlippe; *f*, *f'* ihre fingerförmigen Verlängerungen.

Fig. 442. *Pteroceras Oceani* Brgt. Ob. Kimmeridge (Pteroceras-Sch.). Lindener Berg b. Hannover. Schale von hinten. *f'* Spiralwülste des letzten Umganges, in fingerförmige Fortsätze der Außenlippe ($f_1$—$f_6$) fortsetzend; *c* der geschwungene Kanal.

Fig. 443. *Rostellaria fissurella* Lmk. M. Eocän. Pariser Becken. *a* Außenlippe; *b* Ausschnitt; *i* Innenlippe; *c* Kanal; *r*—*r* ob. Rinne.

Soweit die *Siphon.* nicht schon im Anschluß an holostome Gruppen erwähnt worden sind, werden sie hier als Sammelgruppe behandelt. Ihre

Gruppierung kann vorläufig wesentlich nur nach Merkmalen erfolgen, die allein am lebenden Tier beobachtet werden.

**A. Taenioglossa. Bandzüngler,** zerfallen in 2 Abteilungen.

**1. Alata** mit hohem Gewinde, schmalem und meist langem Kanale und finger- oder flügelartig erweiterter Außenlippe. Seit dem Jura. Hierher gehören Schalen, die schon früh einen Kanal erhalten und deren Außenlippe sich fingerförmig zerteilt, wie die in Jura und Kreide häufige, schlanke und zarte *Alaria* M. & L. (441), deren Lippenfortsätze ($f$, $f'$) gerade abstehen und *Pteroceras* Lk. (442) mit kurzem Gewinde, weitem letztem Umgang und gegen das Gewinde aufgebogenen Fortsätzen ($f_5$, $f_6$). Bei anderen, namentlich känozoischen Formen wie *Rostellaria* Lk. (443) und *Strombus* L. verlängert sich die Mündung in der Form einer Rinne ($r$—$r$) gegen die Spitze des Gewindes zu.

Fig. 444. *Cassis cancellata* Lmk. M. Eocän. Pariser Becken. Links: von vorn. Rechts: von hinten, die umgeschlagene Außenlippe und den aufgebogenen Kanal zeigend.

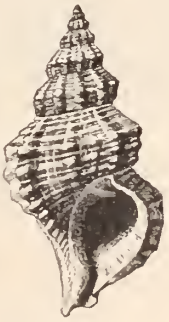


Fig. 445. *Triton flandricum* d. Kon. M. Oligocän. Weinheim, Mainzer Becken.

**2. Canalifera.** Kanal meist kurz. Außenlippe einfach, oft verdickt. Hierher gehören gedrungene Schalen mit kurzem Gewinde, mit umgeschlagenen und verdickten Lippen, wie *Cassis* Lk. (444) [känozoisch] und die dickschalige *Cypraea* L. mit ganz eingewickeltem Gewinde (seit Jura, häufig känozoisch); andrerseits Formen mit höherem Gewinde und starken Querrippen, wie *Triton* Mtf. (445), seit Kreide, im Tertiär häufig.

**B. Rachiglossa. Schmalzüngler.** Bei dieser formenreichen Gruppe, deren Vertreter im Jura beginnen, aber erst im Tertiär häufig werden, ist der **Kanal kurz,** wie bei *Buccinum* L. (446) und *Nassa* Mart. (447) mit schwach umgeschlagener, aber faltenloser Innenlippe, bei *Voluta* (448) und

Fig. 446. *Buccinum cassidaria* A. Br. Ob. Oligocän. Mainzer Becken.

Fig. 447. *Nassa semistriata* Brocc. sp. Miocän. Wiener Becken. *i* Innen-, *a* Außenlippe; *c* Kanal.

Verw. mit gefalteter Innenlippe und *Ancillaria* Lk. (449) mit schwielenartig verdicktem Gewinde; oder

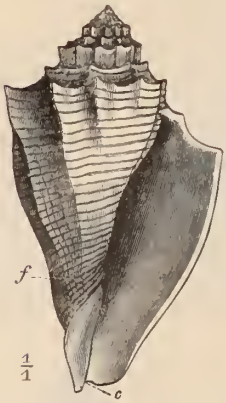



Fig. 448. *Voluta spinosa* Lmk. M. Eocän. Pariser Becken. *f* Spindelfalten; *c* Kanal.

Fig. 449. *Ancillaria glandiformis* Lmk. Miocän. Steinabrunn. Wiener Becken.

**Kanal lang,** wie bei der schon in der Kreide nicht seltenen Familie *Fusidae* (450, 451) mit zahlreichen Gattungen und wie bei den *Muricidae* (452), letztere mit vielfach stacheligen Verzierungen.

Fig. 450. *Fusus antiquus* Müll. sp. Pliocän (Crag). England. Links gewunden. *a* Außen-, *i* Innenlippe; *c* Kanal.

Fig. 451. *Fusus longirostris* Brocc. sp. Miocän. Wiener Becken.

Fig. 452. *Murex tricarinatus* Lk. M. Eocän. Damery, Champagne.

## 9. Pulmonata.

Lungenatmende Schnecken sind zu verschiedenen Zeiten aus verschiedenartigen marinen Kiemenschnecken hervorgegangen; ihre Schalen zeigen demnach eine entsprechende Mannigfaltigkeit, jedoch mit der

Einschränkung, daß Siphonen begreiflicherweise fehlen und Verzierungen allgemein abschwächen. Die wenigen, mit Deckel versehenen Formen sind schon im Anschluß an die *Trochacea* behandelt (S. 265), die *Auriculidae* wurden bei den *Opistobranchia* (S. 270) erwähnt. Der Rest zerfällt in

a) **Süßwasserschnecken** mit Augen am Grunde der Fühler, wohin die seit dem Jura bekannten, seit dem Tertiär sehr häufigen *Limnaeidae* gehören, wie *Limnaeus* Drap. (453) mit hohem Gewinde und eiförmiger Mündung; ferner *Planorbis* Guett. (454) mit scheibenförmiger Schale und rundlicher Mündung, bes. bekannt durch die zahlreichen, z. T. hochgewundenen Mutationen, die sich im Steinheimer Miocänbecken finden (*Pl. multiformis* Br. sp.). Bei den

Fig. 453. *Limnaeus pachygaster* Thom. Unt. Miocän. Mörsingen bei Ulm.

Fig. 454. *Planorbis euomphalus* Sow. U. Oligocän. England. Oben: von vorn. Unten: von oben.

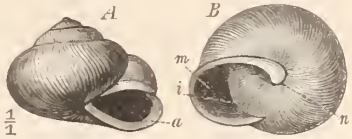



Fig. 455. *Helix deflexa* A. Br. Untermiocän. Hochheim, Mainzer Becken. *A* von vorn, *B* von unten. *a* umgeschlagene Außenlippe; *m* abwärts gebogene Mündung, den durch den vorletzten Umgang (*i*) unterbrochenen Mundsaum zeigend; Nabel fehlt (*n*).

b **Landschnecken** sitzen die Augen am Ende der einstülpbaren Fühler. Seit Karbon bekannt. Unter den ungemein zahlreichen Vertretern mit vollständigen Schalen sind bes. wichtig die Familien

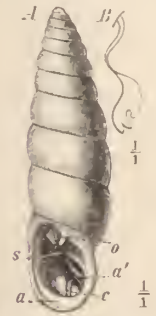



Fig. 456. *A Clausilia bulimoides* A. Br. Miocän (Hydrobienkalk). Mainzer Becken. *a* Außenlippe; *o* Oberlamelle; *a'* Unterlamelle; *c* Spindelfalte; *s* Gaumenfalte. *B* Schließknöchelchen (Clausilium) einer lebenden Art.

Fig. 457. *Pupa muscorum* Lin. sp. Diluvialer Kalktuff. Cannstatt, Württemberg. *z* zahnartiger Höcker auf der Mündungswand.

Fig. 458. *Succinea putris* Lin. sp. Diluvialsand. Mosbach b. Wiesbaden.

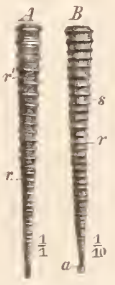



Fig. 459. *A Tentaculites ornatus* Sow. Ob. Silur, Geschiebe. Norddeutschland. *B T. acuarius* Richt. U. Devon. Thüringen. *r* gröbere Ringe; *r'* feinere Querstreifen; *s* Längsstreifen; *a* das blasenförmig abgeschnürte untere Ende.

*Helicidae* (455 mit ± kugligen bis abgeplatteten Schalen, seit Karbon, die hoch-, oft linksgewundenen *Pupidae* (456, 457), auch seit Karbon und

die *Succineidae* (458) mit eiförmiger Mündung, seit dem Tertiär bekannt. Die Schalen dieser Familien sind sowohl eingeschwemmt in Süßwasserabsätzen, als auch in Landbildungen, wie im diluvialen Löß sehr häufig und weltweit verbreitet. Bei den

Nacktschnecken ist die Schale auf ein oft minimales Kalkschild reduziert, das vom Mantel ganz umhüllt wird. Tertiär und lebend.

## 10. Pteropoda (= *Ruderschnecken*).

Die *Pterop.* sind kleine, beschalte oder nackte Meeresschnecken, die mit Hilfe des zu einem Flossenpaare umgestalteten Fußes frei schwimmen und in ungeheuren Scharen auf offener See leben (*Pteropoden*-Schlamm der heutigen Meere). Schale und Kiefer weisen auf die Abstammung von normalen Schnecken hin.

Die Schalen sind durchweg dünn, meist durchsichtig, teils symmetrisch, kegel-, köcher- oder pantoffelförmig, teils spiral gebaut. Fossil kennt man sie von der Unt. Kreide an mit Sicherheit, vielleicht schon paläozoisch. Wenigstens werden die im Silur und Devon häufig und ebenfalls gesellig vorkommenden Schälchen von

**Tentaculites** Schl. (459), die mit Querrippen ($r$, $r'$) und oft auch mit Längsstreifen ($s$) verziert sind, und ähnliche schon im Kambrium vertretene Formen wegen ihrer Ähnlichkeit mit *Styliola* vielfach als *Pteropoden* gedeutet.

### Anhang zu den Gastropoda.

**A. Conularida.** Köcherförmige Schalen von ansehnlicher Größe mit verengter oder gedeckelter Mündung und konkaven Querböden im Grunde der Schale (460 *Es'*). Kambrium — Lias.

Diese fast ausschließlich paläozoischen Formen werden bald mit *Pteropoden*, bald mit *Cephalopoden* in Verbindung gebracht, ihre Stellung ist bis jetzt aber noch ganz unsicher. Die 2 wichtigsten Gattungen sind:

**Hyolithes** Eichw. Kegelförmige, symmetrische, gerade oder meist schwach gebogene Schalen von eiförmigem bis dreieckigem Querschnitt, meist glatt, selten feingestreift. Mündung von einem Deckel mit exzentrischem Wirbel geschlossen. Die Schalenmasse ist dick und besteht aus Kalkkarbonat. Häufig und weit verbreitet im Kambrium u. Silur, selten im Perm.

**Conularia** Mill. (460). Gerade, verkehrt kegelförmige Schalen von quadratischem, rechteckigem oder rhombischem Querschnitt ($B$, $D$), in der Jugend festgewachsen, später frei. Die Schalenmasse ist dünn und besteht aus Kalkphosphat mit Hornsubstanz. Bei guter Erhaltung erscheint die Mündung durch 4 zusammengeschlagene Lappen ($C$ *ml*) verengt. Auf den 4 Kanten verläuft eine Furche (*kf*), in der Mitte der Seiten eine Linie (*sl*), welcher im Innern eine vorspringende Leiste ($l$) entspricht. Oberfläche mit queren, konvexen Linien oder Rippen ($r$) verziert, die auch noch durch feine Längslinien gekörnelt erscheinen können ($A$). Die z. T. großen Formen bes.

in feinsandigen Gesteinen des Silurs und Devons häufig und gesellig (*Conularien*-Schichten), seltener bis zum Lias.

**B. Scaphopoda.** Röhrenförmige, langgestreckte, schwach gebogene, hinten und vorn offene Schalen sind schon seit dem Silur bekannt und finden sich in jüngeren Formationen häufiger bis zur Gegenwart.

Die heutigen *Scaphop.* sind zweiseitig-symmetrische Tiere, die wie die *Gastrop.* Zunge und Kiefer haben, aber kopflos und mit einem 3 lappigen Grabfuß versehen sind. Sie graben sich in Schlamm und Sand ein und leben sowohl in geringen als auch in größeren Meerestiefen. Sie sind vielleicht als rückgebildete *Gastrop.* zu deuten, die sich von ausgerollten, normalen Formen der vorkambrischen und paläozoischen Zeit ableiten.

Von den fossilen Formen, die zur lebenden Gattung

**Dentalium** L. (461) gehören, sind die älteren unverziert; von der Kreide an sind auch längsgerippte häufig, bes. im Tertiär. Sie finden sich meist gesellig in sandigen, tonigen und kalkigen Gesteinen, wie *D. laeve* Schl. im Muschelkalk, *D. Parkinsoni* Qu. im ob. Dogger usw.

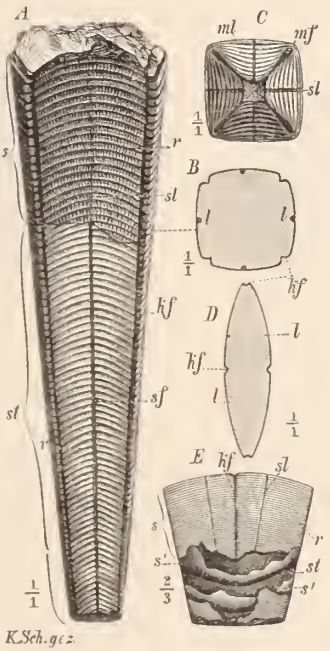



Fig. 460. *Conularia. A, B C. acuta* F. Rö. M. Devon. Chahuarani, Bolivien. *A* die unten abgebrochene Schale gegen eine Seitenfläche gesehen; *B* dieselbe im Querschnitt. *s* Schale; *st* Steinkern; *kf* Kantenfurchen; *sl* Segmentallinie; *sf* Segmentalfurche des Steinkernes; *r* Querrippen; *l* innere Segmentalleisten der Schale, verursachen die Segmentalfurchen des Steinkerns. *C C. quadrisulcata* Sow. Unterkarbon. Glasgow. Mündung von oben. *ml* Mündungslappen, durch die Mündungsfurchen (*mf*) getrennt; *sl* Segmentallinien. *D, E C. Quichua* Ulr. M. Devon. Bolivien. *D* Querschnitt. *E* unteres Ende der plattgedrückten Schale, z. T. aufgebrochen. *s, st, kf, sl, l, r* = wie oben; *s'* Querscheidewände.

Fig. 461. *Dentalium sexangulare* Lmk. Pliocän. Asti, Piemont. Oben und unten Querschnitt der Röhrenschale.

## Geologische Verbreitung der Gastropoda.

Da die *Gastrop.* schon aus dem Kambrium verhältnismäßig reichlich bekannt, im Unt. Silur durch recht verschiedenartige Typen vertreten sind, so hat eine Trennung in verschiedene Stämme jedenfalls sehr früh stattgefunden. Aus den schwach verzierten holostomen *Schizostomata*, *Turritellacea* und *Capulacea*, die in paläozoischer Zeit überwiegen, haben sich bald mehrere

andre holostome Gruppen herausgebildet, deren Vorherrschen den Charakter der mesozoischen Schneckenfauna bedingt. Während des Mesozoikums entstehen allmählich aus verschiedenen Wurzeln *Siphonostomen*; ihre Blüte fällt aber erst in die Neuzeit. Die söhlige Form und die Befähigung des Schneckenfußes zum Kriechen ist wohl die Ursache dafür gewesen, daß sich vielfach eine abweichende Lebensweise herausgebildet hat. Freischwimmende *Pteropoden* sind offenbar schon sehr früh, *Heteropoden* erst später (aus *Bellerophontiden*) hervorgegangen. Früh und zu wiederholten Malen sind wie bei den Muscheltieren Süßwasserformen entstanden, aber der Übergang zur Luftatmung und zum Landaufenthalt ist nur bei den Schnecken eingetreten und dauert auch wohl noch fort.

Allgemein haben die Schalenbildungen bei frei beweglichen Formen eine Rückbildung, teilweise bis zum vollständigen Schwunde erfahren, während bei wenig beweglichen Formen die Schale sich erweitert und verflacht hat. In beiden Fällen ist die Schalenform ± symmetrisch geworden.

## 3. Klasse: Cephalopoda. Kopffüfsler.

Die heutigen Kopffüßler, zu denen die Tintenfische und das Schiffsbot (*Nautilus*) gehören, sind die höchst organisierten Mollusken; sie zeichnen sich vor den andern Weichtieren durch die Sonderung des mit Armen oder Fühlern besetzten Kopfes, durch den eingerollten oder trichterförmig verwachsenen Fuß (Trichter) und die dadurch ermöglichte Fortbewegung aus. Sie schwimmen frei, indem sie das verbrauchte Atemwasser (mit den Auswurfstoffen) ruckweise aus der Mantelhöhle durch den bauchständigen Trichter ausstoßen, wodurch das Tier nach hinten getrieben wird. Sie leben ausschließlich im Meere. Die Schalenbildungen der lebenden und fossilen Vertreter sind mannigfaltig und lassen sich am besten verstehen, wenn man von dem primitivsten der heutigen Vertreter ausgeht,

**Nautilus** (462), der noch eine äußere, gekammerte Schale besitzt.

Das Tier ist im vordersten Teile der Schale, der Wohnkammer (*w*) festgeheftet. Hinter dieser folgen in enger, spiraler, symmetrischer Aufrollung und durch konkave Scheidewände (Septen —*s*) voneinander geschieden, Luftkammern, durch welche ein bis zum Boden der ersten Kammer reichender, dünner, häutiger Strang, der Sipho (*si*) zieht.

Das Tier war ursprünglich auf dem Boden der ersten Kammer festgeheftet, sein Mantel hat beim Fortwachsen die röhrige Schale abgeschieden, und die am Hinterrande des Mantels erzeugte Schalenmasse ist periodisch in der Form der Septen stehen geblieben; dabei blieb das hintere Leibesende in der ersten Kammer haften und wurde zum Sipho ausgezogen.

Der Mantel (*m*) umgibt das Tier bis auf den Kopf (*a*—*t*) und den bauchständigen, trichterförmigen Fuß (*tr*), die weit aus der Schale hervorgestreckt werden können. Am Rücken ist der Mantel lappenartig verlängert (*m'*) und liegt als Rückenlappen der vorhergehenden Windung der Schale auf, schiebt sich beim Wachstum darauf weiter und reguliert so die Einrollung der Schale.

Der Fuß (*tr*) stellt einen verbreiterten Lappen dar, der nur zusammengerollt, bei den andern lebenden *Ceph.* aber zu einem geschlossenen Trichter verwachsen ist. Er öffnet sich nach hinten in die Kiemenhöhlung Seitwärts am Kopfe stehen die Augen (*a*). Den mit Kiefern, Zunge und Reibplatte versehenen Mund umstehen zahlreiche fadenförmige *Tentakeln* (*t*); im

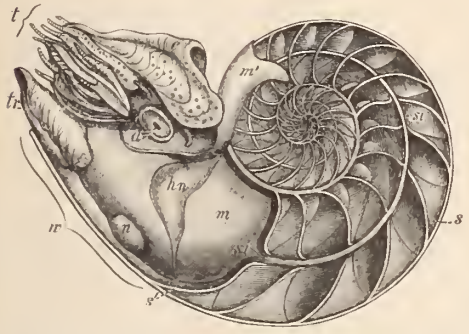



Fig. 462. *Nautilus pompilius* L. Lebend. Indischer Ozean. Das Tier fast ganz in die Wohnkammer zurückgezogen. Schale bis zur Mittelebene aufgeschnitten, um die Luftkammern, Scheidewände (*s*) und den Sipho (*si*) zu zeigen. Vor der letzten Scheidewand (*s'*) die Wohnkammer (*w*). Auf der Bauchseite der gespaltene Trichter (*tr*), unterhalb die Nidamentaldrüse (*n*); *m* Mantel, auf dem Rücken lappenartig umgeschlagen (*m'*); *t* Tentakel; *c* Kopfklappe; *a* Auge; *hn* das Haftband, dessen Verbreiterung dem hinteren Ende des linken Schalenmuskels entspricht. 2/7.

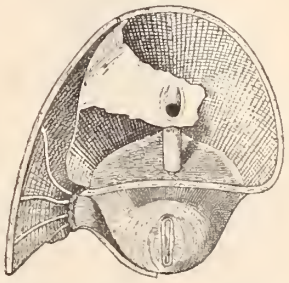


Fig. 463. Schalenanfang von *Nautilus pompilius* L. Die napfförmige, mit einer verlängerten Narbe versehene Anfangskammer sichtbar Darüber die zweite, aufgebrochene Luftkammer und der Sipho, welcher auf dem Boden der Anfangskammer endigt.

Nacken befindet sich an ihrer Stelle ein dicker, herzförmig ausgeschnittener muskulöser Kopflappen, die Kapuze (*c*), die die herzförmige Mündung der Schale wie ein Deckel verschließt, wenn das Tier sich zurückzieht, im ausgebreiteten Zustande desselben aber auf den vorhergehenden Schalenumgang herausgeschlagen wird.

Das Tier ist jederseits hinten mit einem großen Haftmuskel (*hn*) in der Schale befestigt; dessen Enden werden durch ein ringförmiges, aber buchtig verlaufendes Verwachsungsband (*annulus* — 464 *B*) vereinigt, mit welchem der Mantel der Schale fest anliegt, und das den Eintritt von Wasser in den hintern Teil der Wohnkammer verhindert. Dieses Band ist am Rücken nur schmal (*R*) und greift in dessen Mitte tief nach hinten (*il*), verbreitert sich aber dort, wo es auf den Körpermuskel (*m*) trifft, beträchtlich nach hinten.

Die Scheidewände (Septen — 462 *s*) geben die Form des hinteren, weichhäutigen Leibesendes wieder; sie sind uhrglasförmig gestaltet (464 *A*) und stülpen sich um den Sipho herum nach hinten zu einer kurzen Septaldüte (462, 471) aus. Sie legen sich nicht in einer einfach ringförmigen Linie an die Innenwand der Schale, sondern sind hier vor und rückgebogen (Lobenlinie — 464 *l*). Ihre Vorbiegungen heißen Sättel, die Rückbiegungen Loben. Die Lobenlinie verläuft nun bei *Nautilus* (464 *A*, *B*) vom Rücken (*R*) an, wo sie zwischen der Ansatzstelle der Nackenmuskulatur (*m'*) zu einem (dorsalen) Innenlobus (*il*) zurückgebogen erscheint, sattelförmig vorgebogen (Nahtsattel — *ns*) bis zu den Körpermuskeln (*m*), biegt um diese im mäßig tiefen Bogen zurück (Seiten-

lobus *sl*) und verläuft auf der Bauchseite (*B*) im schwachen Konvexbogen (Außensattel — *es*). Die hauptsächliche Rückbiegung der Lobenlinie, der Seitenlobus wird demnach durch die Lage des Haftmuskels bedingt.

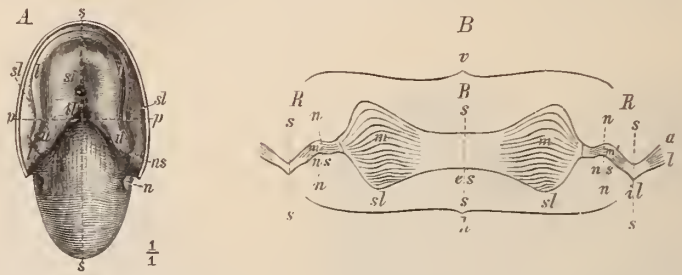



Fig. 464. *Nautilus pompilius* L. *A* junge Schale gegen die letzte Scheidewand gesehen (Wohnkammer zum größten Teil fortgebrochen). *B* Haftband und Lobenlinie eines erwachsenen Exemplars, abgewickelt. Das Haftband fällt vom Rücken (*R*) an bis zum Körpermuskel (*m*) mit der Lobenlinie zusammen und läuft dann mitten durch beide Muskeln hindurch, während die Lobenlinie mit dem Muskel nach rückwärts (Seitenlobus — *sl*) und zwischen den Muskeln etwas nach vorn (Außensattel — *es*) biegt.
*s*—*s* Symmetrielinie; *a* Vorderrand des Haftbandes; *l* Lobenlinie; *v* vorn; *h* hinten; *B* Bauch-. *R* Rückenseite; *n* Nahtlinie; *p* Projektion des vorhergehenden Umganges; *u* Septalumschlag; *m* Ansatzstelle des paarigen Schalenmuskels (nur die obere Hälfte der gestrichelten Fläche gehört dem Muskel an), *m'* der Nackenmuskulatur; *es* Außensattel; *sl* Seitenlobus; *ns* Nahtsattel; *il* Innenlobus.

Die Schale beginnt mit einer napfförmigen Anfangskammer (463), die am abgestutzten Ende eine verlängerte Narbe besitzt; der Sipho beginnt auf dem Boden der Anfangskammer. Die folgenden Kammern rollen sich spiral symmetrisch um sie herum, doch bleibt zwischen ihr und den folgenden Umgängen ein Raum frei, der bei den ähnlichen Schalen der *Ammonoidea* von einer kalkigen Embryonalblase (484 *e*) ausgefüllt wird. *Nautilus* besitzt daher wohl eine hinfällige Embryonalhülle, die die Narbe erzeugt und den Hohlraum zurückläßt. Jeder Umgang legt sich an den vorhergehenden nicht nur von außen an, sondern umfaßt ihn bis gegen die Aufrollungsachse hin (464 *A*), wo er sich an der Naht (*n*) auf ihn legt. Der über die Projektion der vorhergehenden Windung (*A p*—*p*) greifende Teil heißt Umschlag, der entsprechende Teil des Septums Septalumschlag (*A u*).

Der Vorderrand des Mantels und dementsprechend der Rand der Wohnkammer (Mundrand) ist auf der Bauchseite, wo der Trichter heraustritt, etwas zurückgebogen (Trichterausschnitt), an den Seiten schwach bogig vorgezogen und gegen die Naht hin, wo der Nackenlappen sich herauslegt, wieder zurückgebogen. Die Zuwachsstreifung der Schale wiederholt diese Wellenlinie (478 *s'*). Die Schalenwand besteht aus einer äußeren prismatischen Lage von Kalkspat und einer Perlmutterschicht, die allein auch die Septen bildet. Der Rückenlappen (? auch die Kapuze) lagert vor der Mündung auf dem vorhergehenden Umgange der Schale eine braune, runzelige, aus Kalk und Conchyolin bestehende Kalkschicht ab, deren Streifen sich mit den Anwachsstreifen der Schale spitzwinkelig schneiden (Runzelschicht).

*Nautilus* lebt heute noch mit wenigen Arten (*N. pompilius* L., *umbilicatus* Lk.) als bodenständiges Tier in mittleren Tiefen des Indischen und Stillen Oceans.

Fossil finden sich Schalen, die in allen wesentlichen Merkmalen mit der *Nautilus*-Schale übereinstimmen, bis zum Silur zurück. Von der Trias bis U. Silur gesellen sich ihnen aber andre Schalen zu, die i. A. nicht die geschlossene Einrollung, sondern alle Übergänge bis zu gerade gestreckten, kegelförmigen Gestalten zeigen und auch in manchen andern Merkmalen, wie in der Beschaffenheit des Sipho, der Mundöffnung usw. abweichen. Man vereinigt sie mit *Nautilus* zu der

## I. Ordnung: Nautiloidea.

Als gemeinsame Merkmale, welche sie von den äußerlich ähnlichen Schalen der *Ammonoidea* unterscheiden, sind hervorzuheben:

Die Schale ist äußerlich und gekammert, und zeigt die verschiedensten Stadien der Einrollung. Die geraden oder nur unvollkommen eingerollten Formen besitzen stets nur eine ganz einfache, selten schwach gebuchtete Lobenlinie. Bei den vollständig eingerollten Formen erhält die Lobenlinie zuweilen einige wenige, scharfe Sättel und Loben (479 *C*), aber nie einen Mittelsattel (511 *C ms*) im Außenlobus, und der Sipho bleibt meist weit und liegt selten hart am Bauchrande der Schale; zudem scheint wie beim lebenden *Nautilus* eine kalkige Embryonalblase oft zu

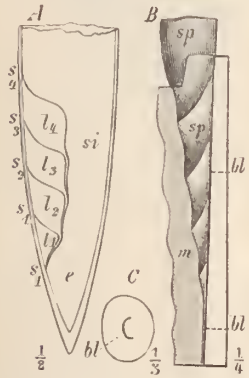



Fig. 465. *Endoceras. A E. belemnitiforme* Hlm. U. Silur. Skandinavien. Längsschnitt durch die ergänzte Schalenspitze. *si* Sipho; *e* seine blasige Embryonalerweiterung; $l_1$—$l_4$ die ersten 4 Luftkammern; $s_1$—$s_4$ die ersten 4 Septen. *B*, *C E. gladius* Hlm. U. Silur. Estland. *B* medianer Längsschnitt des Sipho. *sp* trichterförmige Siphonalscheide (»Spieß«); *m* mittleres, *bl* seitliches Querblatt. *C* Querschnitt des Sipho, zeigt das gebogene Blatt (*bl*) am Hinterende des Spießes.

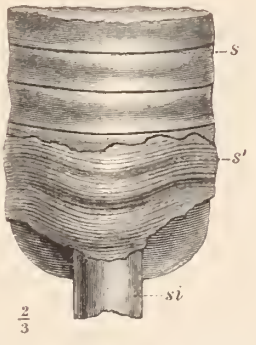



Fig. 466. *Endoceras vaginatum* Schl. sp. U. Silur. Reval, Estland. Schalenfragment mit z. T. erhaltener Schale (*s'*) gegen die Siphonalseite (Bauchseite) gesehen. Unten ist der dicke, randständige Sipho (*si*) sichtbar; auf dem Steinkerne die Septen (*s*).

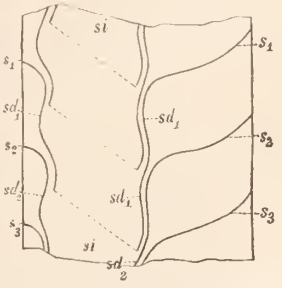



Fig. 467. *Endoceras.* Schematischer Längsschnitt durch die Schale in der Mittelebene. *si* Sipho, rechts und links davon die Luftkammern; $s_1$—$s_3$ drei Scheidewände; $sd_1$, $sd_2$ die langen, ineinander geschachtelten Septaldüten von $s_1$ und $s_2$.

fehlen; auf der Bauchseite ist der Mundrand stets gebuchtet, die Lobenlinie fast immer sattelförmig vorgezogen.

Die ersten derartigen Schalen kennen wir schon in erheblicher Formenmannigfaltigkeit aus dem Unt. Silur. Von diesen müssen die geraden oder schwach gebogenen Formen mit sehr weitem Sipho als die ursprünglichsten betrachtet werden,

**Endoceras** Hll. (465—467). Die bis 2 m langen Schalen beginnen mit einer nach hinten kegelförmig zugespitzten (465 *A e*) Schale, in welcher sich bald Luftkammern ($l_1 - l_4$) bilden, die einen weiten, randlichen (oder der Mitte genäherten — *Piloceras*) Sipho (*si*) freilassen. Sein beträchtlicher Durchmesser deutet darauf hin, daß sich darin wohl noch Teile des Eingeweidesacks befanden. Die Septen verlängern sich nach hinten in lange Düten, die bis ans Ende der vorhergehenden Luftkammer zurückreichen (467 $sd_1$, $sd_2$). Beim Fortwachsen hat der Eingeweidesack an seinem Hinterende periodisch eine trichterförmige, schwach verkalkte Scheide (»Spieß« — 465 *B sp*) abgesondert, die sich nach hinten in ein gebogenes Blatt (*B bl* unten, *C bl*) fortsetzt und seitlich an der Wand des Sipho durch ein mittleres (*B m*) und zwei seitliche Blätter (*B bl* oben) festgeheftet ist. Das von Düten umgebene Siphonalrohr findet sich oft isoliert und ist an den schiefen Querringen kenntlich. Die Zuwachsstreifung der Schale erfährt auf der Siphonalseite eine Rückbiegung (466 *s'*), die wie bei *Nautilus* wohl der Lage des Trichters entspricht. Solche Formen sind außerordentlich häufig im Unt. Silur der Nordhalbkugel, jünger aber nicht bekannt.

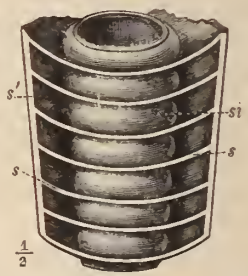


Fig. 468. *Actinoceras cochleatum* Schl. sp. Ob. Silur. Gotland. Die bis gegen die Mitte aufgeschnittene Schale (*s'*) zeigt die procölen Scheidewände (*s*) und die perlschnurartigen Verdickungen des Sipho (*si*) zwischen denselben.

**Actinoceras** Br. (468) unterscheidet sich wesentlich nur durch die ringförmigen Anschwellungen des Sipho (*si*) zwischen den Scheidewänden (*s*), sowie durch kürzere Septaldüten. Unt. Silur — Karbon.

Bei den übrigen *Nautil.* ist der Durchmesser des Sipho allgemein geringer und die Schale z. T. abweichend gestaltet. Die häufigste Form ist:

**Orthoceras** Breyn. (469—471). Die Schalen sind gerade, bald mehr kegelförmig, bald fast zylindrisch, im Querschnitt kreisrund- oder eiförmig; sie sind glatt oder besitzen verschiedenartige Skulpturen in der Form von Querringen, Längsrippen u. dgl. Der Sipho ist enger als bei *Endoceras* und liegt gewöhnlich ± zentral, zuweilen auch randlich; seine Düten meist kurz. Auf der Innenseite der Wohnkammer findet sich zuweilen eine feine Rinne oder ein Kiel in der ⊥ zur Symmetrieebene stehenden Fläche (Normallinie — 469 *n*). Der Schalenanfang wird entweder aus einer eiförmigen, schwach abgeschnürten Blase gebildet (wenn sich damit ein enger, randständiger Sipho kombiniert, *Bactrites* genannt), oder die erste Kammer ist abgestutzt und besitzt eine Narbe, ähnlich wie *Nautilus*. Die anfänglich gebildeten Luftkammern werden häufig abgestoßen. Das tritt regelmäßig bei *Ascoceras* Brr. (472) ein, dessen Schale anfänglich normal wächst (*l*); im Alter rückt jedoch das Tier in seiner Wohnkammer (*W*) nur noch unbedeutend vor, es bilden sich niedrige, unvollständige, vom Sipho durchzogene Luftkammern hinter ihr ($l_2$—$l_4$) und mit diesen gleichzeitig größere neben ihr ($l_2$, $l_3$, $l_4$) auf der Rückenseite. Diese

sind auf das Silur beschränkt, während *Orthoceras* zwar im Silur am häufigsten ist, aber bis ins Karbon nicht selten fortsetzt und erst in der alpinen Trias verschwindet. Die ± gebogenen, aber nicht spiral eingerollten

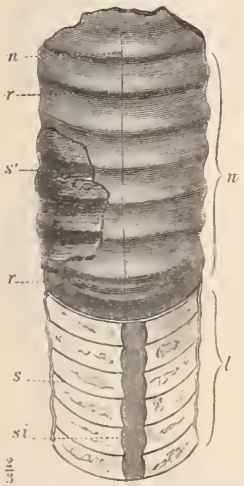



Fig. 469. *Orthoceras annulatum* Sow. Ob. Silur. Böhmen. Ein Stück der Wohnkammer (*w*) und 6, bis zur Mitte angeschnittene Luftkammern (*l*). *r* Querwülste des Steinkernes; *s'* quergewellte Schalenoberfläche; *n* Normallinie auf dem Wohnkammersteinkern; *si* der fast median gelegene Sipho.

Fig. 470. *Orthoceras timidum* Barr. Ob. Silur. Böhmen. Wohnkammer und 14 Luftkammern. Die längsgestreifte Schale z. T. erhalten. Unten: Ansicht gegen die Scheidewand, um die zentrale Lage des feinen Sipho zu zeigen. 1/1.

Fig. 471. *Orthoceras dubium* Hall. Alpenkeuper (Hallstätter Kalk). Salzkammergut. Luftkammerstück, im oberen Teile bis zur Mitte aufgeschnitten, zeigt die kurzen Septaldüten. 1/2.

Schalen (473), welche in den übrigen Merkmalen mit *Actinoceras* und *Orthoceras* übereinstimmen und hauptsächlich im Silur, aber auch noch jünger gefunden werden, trennt man als **Cyrtoceras** Gf. (473) ab.

**Verengte Mündungen** treten sowohl bei geraden, als auch bei gebogenen und eingerollten Schalen auf. Der Mundrand der Schale ist nicht wie gewöhnlich gerade abgestutzt, sondern wölbt sich über der Wohnkammer zusammen, und es bleiben 2seitig symmetrische, aber wechselnd geformte Öffnungen frei.

Bei den *Cyrtoceras*-artig eingerollten Formen, wie beim silurischen *Phragmoceras* Sow., wird die ovale Mündung durch zwei seitliche Lappen derart eingeengt, daß auf der Bauch (= Trichter-) Seite eine weite rundliche, auf der Rückenseite eine verlängerte Öffnung entsteht, bei

**Gomphoceras** (474) Sow. dagegen wird die Mundöffnung **T**-förmig. Die gerundete Basis des **T** entspricht dem Trichter, die mittlere Ausweitung dem Munde, der Querspalt einem 2lappigen (474) oder, wenn mehrfach gebuchtet, einem mehrlappigen dorsalen Armorgane, das sich rückwärts vom Kopfe

befand. Wohnkammer wie Luftkammer erscheinen dabei stark verkürzt; die älteren Luftkammern werden wie bei *Orthoceras* abgestoßen. Silur — Karbon. (Über die Bedeutung der verengten Mündungen siehe S. 295)

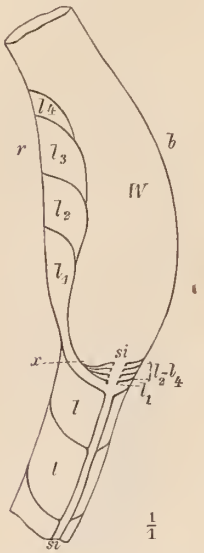



Fig. 472. *Ascoceras* sp. Ob. Silur. Insel Gotland. Mittlerer Längsschnitt durch die Schale, z. T. ergänzt. *l* die normalen Luftkammern; $l_1$—$l_4$ die jüngsten, abnorm gebildeten Luftkammern; *W* Wohnkammer; *si* Sipho; *x* die Stelle, wo das Tier später nicht mehr vorrückt; *b* Bauch-, *r* Rückenseite.

Fig. 473. *Cyrtoceras Murchisoni* Barr. Ob. Silur. Böhmen. Schale mit Wohnkammer und Luftkammern.

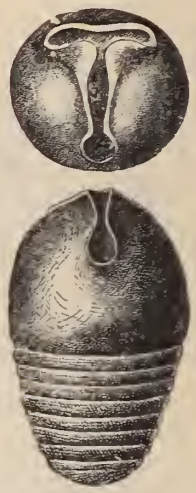


Fig. 474. *Gomphoceras Bohemicum* Barr. Ob. Silur. Böhmen. Oben: Wohnkammer von oben, zeigt die T-förmig verengte Mündung. Unten: Schale von der Bauchseite, zeigt den tief herabreichenden Trichterausschnitt und die Luftkammern. 4/5.

**Nautilidae.**

Unter diesem Namen vereinigt man die spiral eingerollten Schalen, die sich schon vom Unt. Silur an finden, und deren Entstehung aus ursprünglich geradegestreckten und dann gebogenen mehrfach deutlich verfolgt werden kann. Zwischenformen, deren Windungen ± regelmäßig spiral eingerollt sind, sich aber noch nicht berühren, liegen in

**Gyroceras** v. Mey. (475), wenn schwach unsymmetrisch in *Trochoceras* Barr., vor. Sie reichen vom Silur bis zum Karbon.

Diese Einrollung ist in verschiedenartigen Reihen, glatten und verzierten, und zu verschiedenen Zeiten erfolgt. Denn es finden sich schon im U. Silur vollständig eingerollte Formen, deren Windungen sich enge berühren (476), und andrerseits beobachtet man noch bis in die Trias hinein *Nautilus*-artige Schalen, deren Zentrum noch durchbohrt ist (478). Bei einigen ganz eingerollten silurischen Formen löst sich der letzte Umgang zum Schluß wieder ein wenig von der Schale ab, wie bei *Ophidioceras* Barr. (476), bei andern wickeln sich die Wohnkammern und die letztgebildeten Luftkammern ab und strecken sich, so daß eine Bischofsstab-artige Schale entsteht, wie bei

**Lituites** Breyn. (477), einer im nordischen U. Silur nicht seltenen Gattung. Bei dieser treten auch lappige, eingeengte Mündungen (476, 477 *C*) auf.

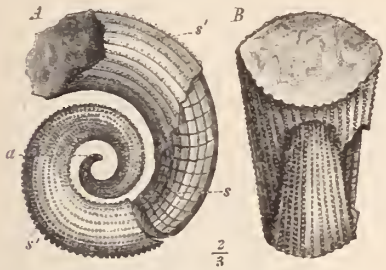



Fig. 475. *Gyroceras propinquum* d. Kon. Unterkarbon. Eine locker spiral gerollte *Nautiloideen*-Schale. *A* von der Seite, *B* von vorn gesehen. *a* der kegelförmige Schalenanfang; *s'* die spiral verzierte Schale; *s* Scheidewände. zeigen an den Seiten eine ganz flache Rückbiegung (Seitenlobus).

Fig. 476. *Ophidioceras simplex* Barr. Ob. Silur. Böhmen. An der Mundöffnung ist der tiefe Trichterausschnitt (außen), der breite Seitenlappen und ein Teil des Rückenlappens sichtbar. 1/1.

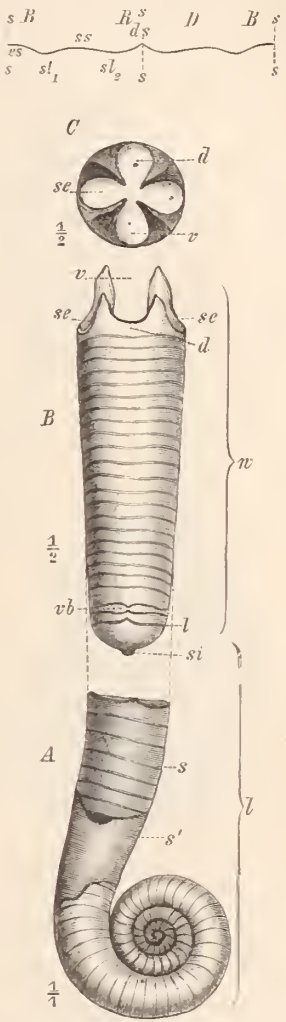



Fig. 477. *Lituites lituus* Mtf. Diluvialgeschiebe (U. Silur). Norddeutschland. *A* Luftkammerstück (*l*), z. T. spiral, z. T. gestreckt, von der Seite. *s'* Schale; *s* Scheidewände. *B* Wohnkammer (*w*) mit vervollständigter Mündung von der Rückenseite (ist um 90° nach rechts gedreht zu denken, damit sie in der gleichen Lage sich befindet wie *A*). *si* Septaldüte; *vb* Haftband; *l* Lobenlinie des letzten Septums; *d* Rücken-, *v* Bauch-, *se* Seitenausschnitte der Mündung. *C* Mündnng von oben. Bezeichnung wie bei *B*. *D* Lobenlinie (= *Bl*). *s—s* Symmetrieebene; *ds* Innen- oder Dorsalsattel; *es* Außen-, *ss* Seitensattel, den 1. Seitenlobus ($sl_1$) vom 2. ($sl_2$) trennend; *R* Rücken-, *B* Bauchseite.

Aus diesem Einrollungsprozeß resultieren zwei verschiedene Entwicklungsrichtungen. In der einen verengt sich der Sipho und legt sich hart an den Bauchrand der Schale; die ± geschwollene kalkige Anfangsblase,

wie sie sich bei gewissen *Orthoceraten* (*Bactrites*) findet, bleibt erhalten und daraus entsteht die Ordnung der **Ammonoidea.** Die andre, durch wenig beständige Lage des nie sich stark verengenden Sipho ausgezeichnet, führt zur Gattung

**Nautilus** i. w. S. (462—464, 478, 479). Vom Silur an kennt man Schalen, die wie beim lebenden *Nautilus* spiral aufgerollt und mit einfacher, nicht verengter Mündung versehen sind. Umfassen sich die Umgänge nur wenig, so daß die früheren sichtbar bleiben — was bes. bei paläozoischen und triadischen häufig vorkommt — so heißen die Schalen evolut (478), sie können sich aber auch vollständig umfassen, was bei jüngeren häufig (involut — 479). Die Verzierungen bestehen oft nur aus Anwachsstreifen, es treten aber auch feine spirale oder gröbere quere Rippen oder Knoten dazu. Der Mündungsrand ist bogig, auf der Bauchseite mit Trichterausschnitt (478 *e*). Der Sipho wird niemals sehr eng (479 *B si*), seine Düten sind stets kurz und nach rückwärts gerichtet. Gelegentlich schwillt er, wie bei *N. bidorsatus* Schl. (Muschelkalk) zwischen den Septen perlschnurartig an. Er liegt meist ± der Mitte genähert, kann aber auch hart an die Bauchseite rücken. Die Wohnkammer ist stets kurz, wie bei *N. pompilius*, und umfaßt höchstens $^1/_2$ Umgang.

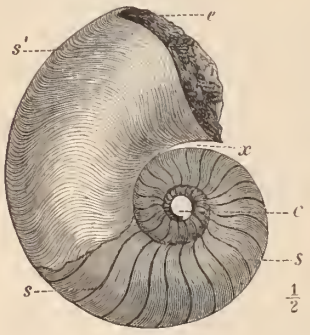



Fig. 478. *Nautilus cyclostomus* Phill. Unterkarbon. Visé, Belgien. Die Schale ist im Zentrum durchbrochen (*c*), der letzte Umgang etwas abgelöst (*x*); *s* Scheidewände; *s'* Schale mit Zuwachsstreifung; *e* Trichterausschnitt des Mundrandes.

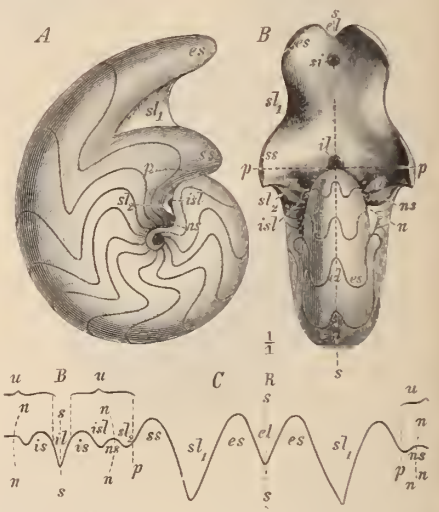



Fig. 479. *Nautilus Geinitzi* Pict. Ob. Malm. Stramberg, Mähren. *A* Steinkern von der Seite, *B* von vorn. *C* abgewickelte Lobenlinie. *s—s* Symmetrieebene; *si* Sipho; *n* Naht; *p* Projektionslinie des vorhergehenden Umganges; *u* Septalumschlag; *el* Außenlobus; *es* Außen-, *ss* Seiten-, *ns* Naht-, *is* Innensattel; $sl_1$ erster, $sl_2$ zweiter, *isl* innerer Seitenlobus; *il* Innenlobus; *R* Rücken-, *B* Bauchseite.

Die Lobenlinie zeigt meist nur 1 flachen Seitenlobus (478 *s*); nur selten wird dieser (bei einigen stark involuten Arten des Mesozoikums) tief und zungenförmig (479 $sl_1$). Ganz ausnahmsweise wird hier der Außensattel durch einen Außenlobus (*el*) geteilt — ein Merkmal, das sonst nur bei *Ammonoidea* vorkommt — und dann zerlegt sich auch der Nahtsattel durch einen 2. Seiten- ($sl_2$), und einen inneren Seitenlobus (*isl*) in Seitensattel (*ss*), Nahtsattel (*ns*) und Innensattel (*is*).

Besonders zahlreich und mannigfaltig ist die Gattung von Karbon — Kreide vertreten. Im Jura sind die gerippten Formen aber fast ganz verschwunden. Im Tertiär tritt sie sehr zurück; doch erscheint hier noch in weltweiter Verbreitung (Eocän — Miocän)

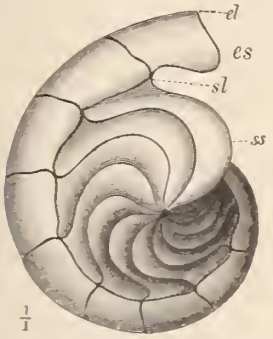



Fig. 480. *Aturia zic-zac* Sow. Eocän. Kressenberg, Bayern. Schale von der Seite. *el* Außen-, *sl* zungenförmiger Seitenlobus; *es* Außen-, *ss* Seitensattel.

Fig. 481. Aufgebrochene Schale von *Aturia Aturi* Bast. Miocän. Bordeaux. Der auf der Innenseite gelegene Sipho durchbricht die Scheidewände, die sich zu langen Düten verlängern. 1/1.

**Aturia** Br. (480, 481), durch zungenförmigen Seitenlobus (*sl*) und schwachen Außenlobus (*el*), besonders aber durch den abnormen Sipho ausgezeichnet, der rückenständig liegt, sehr weit und von langen, trichterförmigen, ineinandergeschobenen Septaldüten umgeben ist (481).

Die verkalkten Kieferspitzen (482) von *Nautilus* finden sich im Mesozoikum gelegentlich nicht selten und sind unter verschiedenen Namen (*Rhyncholithes*, *Rhynchoteuthis* usw.) beschrieben worden.

Fig. 482. Oberkiefer von *Nautilus bidorsatus* Schl. (= *Rhyncholithes hirundo* F.-Big.). Ob. Muschelkalk. Baireuth. Links: von unten. Mitte: von oben. Rechts: von der Seite.

## Geologische Verbreitung der Nautiloidea.

Das Erscheinen sehr verschiedenartiger Vertreter der *N.* im U. Silur spricht dafür, daß schon in vorsilurischer Zeit eine Trennung in mehrere Reihen stattgefunden haben muß. Sie dominieren im Paläozoikum über alle andern Kopffüßler, die ja auch erst während oder nach dieser Zeit aus ihnen hervorgegangen sind. Die ursprünglichen, gestreckten Schalen reichen bis in den Anfang des Mesozoikums hinein, während die eingerollten Formen zwar im heutigen *Nautilus* noch fortleben, aber im Laufe der Zeit erheblich an Formenfülle eingebüßt haben. Dieser *Nautilus*-Stamm ist, soweit wir wissen, in seinen jüngeren Vertretern dadurch ausgezeichnet, daß die bauchwärts konvexe Schale einer kalkigen Embryonalblase entbehrt. Unter den paläozoischen gestreckten wie eingerollten Vertretern sind aber mehrfach Schalen mit kalkiger Embryonalblase vorhanden, und aus diesen allein können die 2

andern Ordnungen entstanden sein, die sich z. T. schon im Silur, z. T. erst später abgezweigt haben, und die sich in ihren Schalen folgendermaßen voneinander unterscheiden:

**Ammonoidea.** Schale äußerlich, eingerollt und gekammert wie *Nautilus*, aber mit kalkiger Anfangsblase. Sipho fast immer eng und bauchständig. Lobenlinie gebuchtet und zerschlitzt.

**Belemnoidea.** Schale innerlich, gerade, ursprünglich gekammert und mit kalkiger Anfangsblase. Sipho eng, bauchständig. Schalen später mannigfach verändert (schulp- oder blattförmig) und verkümmert.

## 2. Ordnung: Ammonoidea.

Die Schalen der ältesten, vorwiegend vom Ob. Silur — Karbon verbreiteten Vertreter (*Goniatiten*) weichen habituell von den eingerollten *Nautiloideen* nur wenig ab. Sie sind fast immer schwach verziert, ihr Mündungsrand ist auf der Bauchseite ± gebuchtet Trichterausschnitt, ihre Lobenlinie zeigt zuweilen nur dieselben einfachen Elemente, der Sipho besitzt kurze, nach hinten gerichtete Düten. Was sie aber vor den *Naut.* auszeichnet, sind

a) der geringe Durchmesser und die stets ventrale Lage des Sipho (ausg. *Clymenia*);
b) die eiförmige oder kuglige Anfangsblase;
c) die sehr rasch in allen Gruppen eintretende Vermehrung der Lobenelemente, die Zerteilung des Außensattels durch einen Außenlobus und die Bildung eines Mittelsattels im Außenlobus.

Schon gegen Ende der paläozoischen, bes. aber zu Beginn der mesozoischen Periode setzen weitere Änderungen ein, die keineswegs in den einzelnen Reihen gleichzeitig sich geltend machen, aber doch schließlich überall zu der *Ammoniten*schale führen, die der Molluskenfauna der mesozoischen Zeit ihr eigenartiges Gepräge verleiht. Diese Veränderungen sind:

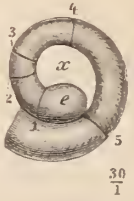



Fig. 483. Schalenanfang von *Mimoceras compressum* Beyr. M. Devon. Nassau. *e* Embryonalblase; 1—5 die ersten 5 Septen, das erste asellat; *x* mittlere (axiale) Schalendurchbohrung.

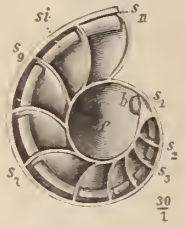



Fig. 484. Schalenanfang eines Ammoniten (*Amaltheus spinatus* Brug.) bis dicht vor die Mittelebene aufgeschnitten. Das Innere der Embryonalblase (*e*), der bauchständige Sipho (*si*) und seine blindsackförmige Endigung (*b*) sichtbar. $s_1$—$s_{11}$ die ersten 11 Septen.

**a) Anfangsblase.** Diese ist ursprünglich eiförmig gestaltet und wird durch ein einfaches, uhrglasförmiges Septum ohne Sattel (asellat — 483, 1) von der 1. Luftkammer (1—2) abgetrennt. Der Sipho endigt im vordersten

Teil der Blase blindsackartig (484 *b*). Die axiale Schalendurchbohrung, die wie bei älteren *Nautilus*-Schalen (478 *c*) hier noch gelegentlich vorhanden ist (483 *x*), schwindet ganz. Sehr bald macht sich, wenn auch in abgeschwächtem Maße, auch an dem 1. Septum die Wellung bemerkbar, die den jüngeren Lobenlinien eigen ist. Es bildet sich unter spiraler Einrollung der Blase ein breiter Außensattel (485 *es*) — latisellate Lobenlinie. Dieser Zustand bleibt bei

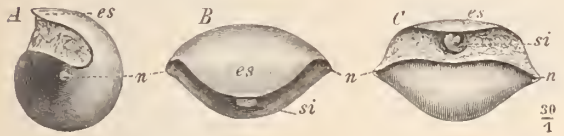



Fig. 485. Latisellate Embryonalblase eines Goniatiten (*Glyphioceras diadema* Gf.). *A* von der Seite, *B* von oben, *C* von vorn. *es* der breite Außensattel *si* Sipho; *n* Nabel.

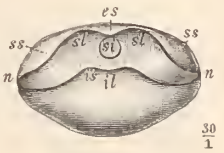



Fig. 486. Angustisellate Embryonalblase eines Ammoniten (*Coeloceras*) von vorn. *es* der schmale Außensattel; *ss* Seitensättel; *sl* Seitenlobus; *n* Nabel; *is* Innensattel; *il* Innenlobus; *si* Sipho.

den paläozoischen und einigen triadischen Formen erhalten; bei den übrigen tritt aber i. A. von der Trias an jederseits ein Seitenlobus hinzu (486 *sl*), wodurch der Außensattel (*es*) verschmälert und Seitensättel (*ss*) ausgeprägt werden — angustisellate

**Lobenlinie.** Nur bei den ältesten *Amm.* stimmt die Sutur mit der der meisten *Naut.* überein. Sehr bald, vielfach schon im Devon, nehmen die Loben und Sättel an Zahl zu und werden tiefer oder länger (487, 488). In allen Fällen entsteht sehr bald ein Außenlobus (*el*), der einige Zeit einfach bleiben oder bald durch einen kleinen Mittelsattel (489 *ms*) wieder geteilt werden kann. Die Zahl der Seitenloben steigt auf 2 (487) oder mehr (488),

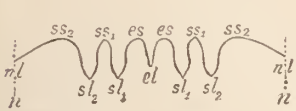



Fig. 487. Lobenlinie eines *Goniatiten* bis zur Naht (*n*).

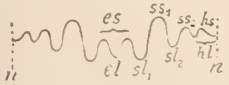



Fig. 488. Lobenlinie eines *Goniatiten* mit Seiten- (*sl*$_1$, *sl*$_2$) und Hilfsloben (*hl*); *hs* Hilfssattel.

Fig. 489. Ansicht der Septalfläche eines Goniatiten (*Glyphioceras*).

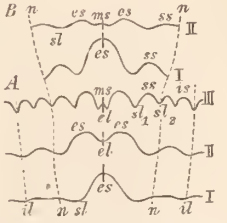



Fig. 490. *A* Lobenlinie des 1. (*I*), 2. (*II*) und eines späteren (*III*) Septums von *Goniatites*. *B* Lobenlinie des 1. (*I*) und 2. (*II*) Septums eines angustisellaten *Ammoniten*.

*ms* Mittelsattel; *el* Außenlobus; *es* Außensattel; *sl* Seitenlobus; *ss* Seitensattel; *nl* Nahtlobus; *isl* innerer Seitenlobus; *is* Innensattel; *il* Innenlobus; *si* Sipho; *n* Naht; *u* Septalumschlag; *s'* Schale.

wobei aber allgemein die beiden ersten, d. h. der Außenseite genäherten (*sl*$_1$ *sl*$_2$), viel tiefer und breiter zu sein pflegen (1. und 2. Seitenlobus — 488),

als die gegen die Naht zu folgenden Hilfsloben (*hl*), welche zumeist schon innerhalb der Projektion des vorhergehenden Umgangs fallen. Die Sättel werden analog bezeichnet und ebenso die von außen nicht sichtbaren Loben des Sehalenumschlages (Innenloben). Der Außenlobus (488 *el*) wird jederseits vom Außensattel (*es*) begrenzt. Zwischen dem 1. u. 2. Seitenlobus liegt der 1. ($ss_1$), hinter dem 2. Seitenlobus folgt der 2. Seitensattel ($ss_2$). Wenn sich zwischen dem Außenlobus und dem durch seine Tiefe zumeist gekennzeichneten 1. Seitenlobus durch Zerteilung des Außensattels noch Loben ähnlich den Hilfsloben einschalten, so werden sie als Adventivloben (513 *es*) bezeichnet. Sie entstehen nur bei hochmündigen Schalen (528, 531). Es ergibt sich daher folgendes Schema für die Stellung und Bezeichnung der Loben:

*Mittelebene — Bauchseite.*

Mittelsattel.

**Außenlobus.**

| | |
|---|---|
| (Adventivloben). | (Adventivloben). |
| **I. Seitenlobus.** | **I. Seitenlobus.** |
| **II. »** | **II. »** |
| Äußere Hilfsloben. | Äußere Hilfsloben. |
| *Naht* — — — — — — — — | — — — — — — — — *Naht* |
| Innere Hilfsloben. | Innere Hilfsloben. |

**Innenlobus.**

*Mittelebene — Rückenseite.*

Nicht nur die Zahl, sondern auch die Form der Loben und Sättel ist schon bei den devonischen Schalen sehr mannigfaltig (487, 488, 490).

Gegen Ende der paläozoischen Zeit beginnt bei der Mehrzahl der *Ammonoideen* die wohl mannigfach gebuchtete aber doch ganzrandige, goniatitische Lobenlinie sich zu zerschlitzen und in die ammonitische überzugehen. Innerhalb der Loben entstehen kleinere oder größere, sattelförmige Zacken und die Sättel werden durch Kerben zerschnitten (492, 493). Auch dieser Vorgang spielt sich in den einzelnen Reihen verschiedenartig und zu verschiedenen Zeiten ab, so daß z. B. zur Perm- und noch zur Triaszeit neben zerschlitzten (ammonitischen) und gekerbten (ceratitischen) Loben noch ganzrandige (goniatitische) vorkommen. Eine immer tiefer greifende und kompliziertere Zerteilung der Loben und Sättel führt dann schließlich in verschiedenen Reihen zum ammonitischen Lobenbau, wie er bei einem großen Teile der triadischen und fast allen jüngeren Formen verbreitet ist. Nur vereinzelt tritt bei diesen wieder eine Vereinfachung und Rückkehr zum Ceratitenstadium ein (Kreideceratiten).

Sonst gilt als allgemeine Regel, daß innerhalb einer genetischen Reihe die Loben bei jüngeren Formen immer komplizierter werden.

Das Auftreten der äußeren und inneren Hilfsloben, ebenso der Adventivloben wird offenbar nur durch die Erhöhung des Querschnitts des Schalenumgangs bedingt. Das geht aus der Tatsache hervor, daß bei *Ammoniten* mit sich nicht umfassenden Windungen, einerlei welcher Gruppe sie angehören, die Zahl der Loben nie über 6 (Außenlobus mit Mittelsattel, Innenlobus, jederseits 2 Seitenloben) hinausgeht — Fundamentalloben (491).

In der Entwicklung der Lobenlinie jeder einzelnen Schale wiederholt sich ihre stammesgeschichtliche Änderung, indem das erste Septum stets die beschriebene lati- oder angustisellate Form besitzt, und in den nächstfolgenden teilweise das goniatitische und ceratitische und schließlich das ammonitische Stadium erreicht wird (490).

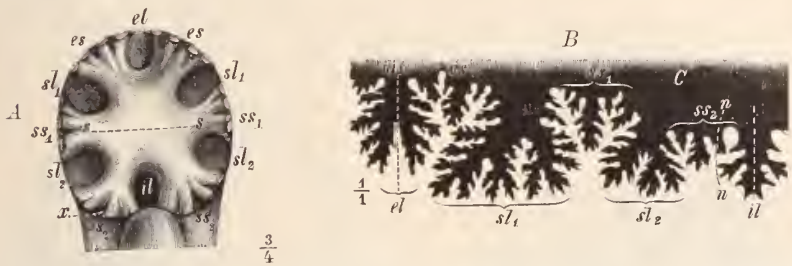



Fig. 491. *A* Ansicht der Septalfläche und *B* der abgewickelten Lobenlinie von *Lytoceras fimbriatum* Sow. Es sind nur die 6 Fundamentalloben (*el*, $sl_1$, $sl_1$, $sl_2$, $sl_2$, *il*) entwickelt. Der zweite Seitensattel ($ss_2$) ist wie der erste ($ss_1$) in der Mitte geteilt (*x*). Hilfsloben fehlen.

Der Übergang der goniatitischen Lobenlinie in die ammonitische vollzieht sich nicht immer in gleicher, wesentlich in doppelter Weise:

a) es entstehen zuerst in den Loben, dann in den Sätteln zahlreiche wenig tiefe Kerben — brachyphylle Zerschlitzung (492) oder

Fig. 492. Eine brachyphyll zerschlitzte Lobenlinie (*Trachyceras*).

Fig. 493. Eine phylloid zerschlitzte Lobenlinie (*Popanoceras*).

Fig. 494. Eine reich verästelte und zerteilte Ammonitenlobenlinie (*Hammatoceras*).

b) Loben und Sättel werden durch spärliche, aber tiefere Einschnitte zerspalten und die Sattelenden bleiben ± breit und oft blattartig gerundet — phylloide Zerschlitzung (493). Hieraus entstehen hauptsächlich die reichlich zerteilten Loben mit sekundären Sätteln und Sättel mit sekundären Loben, wie sie für die Mehrzahl der *Ammoniten* bezeichnend sind (491 *B*, 494).

Normal oder vollzählig nennt man diejenige Lobenlinie, welche 2 Seitenloben außerhalb der Projektion des letzten Umganges (497) und daneben nur kleinere Hilfsloben (*hl*) enthält. Bei älteren, zuweilen auch bei breitmündigen jüngeren Formen fällt nur 1 Seitenlobus auf diese Strecke (unterzählige Loben); fallen mehr als 2 Loben (495 $sl_1$—$sl_3$) über die Projektion (*p*—*p*), so spricht man von überzähligen Loben. Serial gebaut heißen Linien, deren Loben von außen nach innen ganz allmählich an Größe abnehmen, so daß zwischen Seiten- und Hilfs-, oder zwischen Seiten- und Adventiv-

loben kein auffallender Schnitt vorhanden ist (495, 496). Die Linie kann gerade oder nach außen konvex (gebogen) verlaufen (528, 537). Weichen die Hilfsloben plötzlich stark gegen die Naht zu nach hinten zurück und wird der 2. Seitenlobus klein und hiervon mit betroffen, so entsteht ein sog. Suspensivlobus (497 $sl_2 + hl$). Die Lobenlinien sind für die Unterscheidung größerer und kleinerer Gruppen der *Ammonoidea* von einer gewissen, aber oft überschätzten Bedeutung. Ähnliche Einrollung der Schale verändert auch die Zahl und Stellung der Lobenlinie und es ist festgestellt, daß sie bei derselben Formengruppe in einer Meeresregion kompliziert, in einer benachbarten viel einfacher sein kann.

Fig. 495.

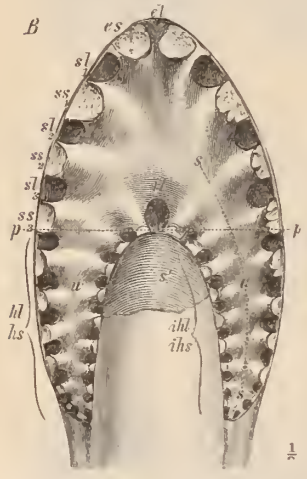



Fig. 496.

Fig. 497.

Fig. 495. Septalfläche von *Phylloceras heterophyllum* Sow. Die Loben sind überzählig und serial, d. h. außer den beiden Seitenloben ($sl_1$, $sl_2$) steht noch ein 3. ($sl_3$) außerhalb der Projektionsebene des vorhergehenden Umganges (*p—p*). Auf dem Septalumschlage (*u*) zahlreiche äußere (*hl, hs*) und innere (*ihl, ihs*) Hilfsloben und -Sättel, welche an Größe nur langsam abnehmen; *s'* Schale; *u* Septalumschlag.

Fig. 496. Septalfläche von *Placenticeras placenta* Dek. Loben vollzählig: 2 Seitenloben ($sl_1$, $sl_2$) außerhalb der Projektion des vorhergehenden Umganges (*p—p*) und 2 Adventivloben ($al_1$, $al_2$).

Fig. 497. Septalfläche von *Perisphinctes funatus* Opp. Loben vollzählig ($sl_1$, $sl_2$), aber der 2. Seitenlobus ist stark reduziert und liegt mit samt den Hilfsloben (*hl, hs*) auf einer stark zurückweichenden Fläche des Septums — Suspensivlobus.

**Septum und Sipho.** In dem Maße als die Loben sich bei den *Goniatiten* vertiefen, d. h. nach rückwärts greifen, verliert auch die Septalfläche ihre nautiloide, nach vorn konkave Form und wird innerhalb der Mittellinie konvex (495, 497), wodurch i. A. *Ammon.* und *Naut.* unterschieden sind.

Der Sipho ist stets fadenförmig und dünn und liegt hart an der Bauchseite (ausg. *Clymenia*). Die Septaldüten sind bei den älteren *Goniatiten* durchgängig kurz und nach hinten gerichtet wie bei *Nautilus* (retrosiphonat); bei jüngeren Formen entsteht vor dem Septum ein kurzer Kragen und später geht die Düte verloren (prosiphonat). Auch dieser Vorgang vollzieht sich nicht in allen Reihen gleichzeitig.

**Form der Schale.** Die Schale bildet in der Regel eine geschlossene, symmetrische Spirale mit sich berührenden oder ± weit umfassenden

Windungen, weitnabelige (501) — engnabelige (500) Sch. Nur die ältesten Formen sind in der Jugend noch nicht vollständig eingerollt (483).

In mehreren Zweigen des *Ammon.*-Stammes macht sich zu verschiedenen Zeiten (Trias, Jura, Kreide) die Tendenz zum Aufgeben der geschlossenen symmetrischen Spirale und zur Bildung sogenannter Nebenformen geltend.

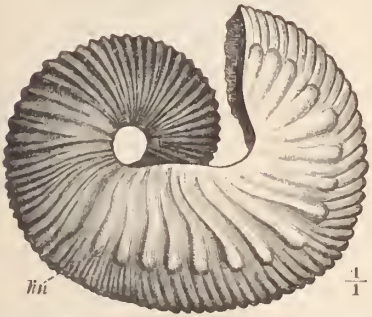


Fig. 498. *Scaphites*-Stadium der Ammonitenschale. Die inneren Umgänge eingerollt, die Wohnkammer z. T. abgelöst und hakenförmig umgebogen.

Fig. 499. *Crioceras*-Stadium der Ammonitenschale. Alle Umgänge abgelöst, aber spiral in einer Ebene gerollt.

Dieser Prozeß geht in der Mehrzahl der Fälle auf die Weise vor sich, daß zuerst die Wohnkammer sich vom vorhergehenden Umgange abhebt (498), und nach und nach auch die inneren Windungen sich voneinander lösen (499). Dabei bleiben die Umgänge gewöhnlich in einer Ebene — *Crioceras* (499), oder sie rollen sich auch wohl nach Art einer Schneckenschale auf wie *Turrilites* (546). Häufig wächst die Schale eine Strecke weit in gerader Richtung, biegt dann aber hakenförmig um — *Ancyloceras* (566), *Hamites* (545) und *Scaphites*, wenn sich die Ablösung auf die Wohnkammern beschränkt (498). Schließlich entstehen grade gestreckte Gehäuse — *Baculites* (547).

Die **Wohnkammer** ist im allgemeinen beträchtlich länger als bei den *Nautiliden*. Durchschnittlich nimmt sie $^1/_2$—1 Umgang ein — kurze W. (brachydom), in einigen Familien aber 1—$1^1/_2$ Umgänge — lange W. (longidom). Der Rand der Wohnkammer ist selten gerade abgestutzt, vielmehr zeigt sich bei den meisten paläozoischen Formen ein Trichterausschnitt wie bei den *Nautil.*, bei den jüngeren Formen aber entsteht zumeist ein gerader, zuweilen auch gekrümmter Fortsatz (Trichterfortsatz), welcher von dem zu einer Röhre verwachsenen Trichter gebildet wurde.

Daher biegt der Mundrand bei den *Ammoniten* an der Außenseite stets ± nach vorn, an den Seiten ist er entweder nur eingebuchtet (523 *mr*) oder vor und dann am Rücken wieder zurückgebogen (503 *e*); seinen Verlauf gibt die Zuwachsstreifung wieder, oft auch in der Berippung. Zu Zeiten, wo das Tier nicht voran wächst, kommt es zur Bildung besonderer Formen

des Mundrandes. Die Schalenmasse, welche bei normalem Weiterwachsen zur Bildung eines Stücks Schale verwendet werden würde, konzentriert sich auf den Mundrand, und dieser verdickt sich leisten- oder wulstartig, entweder

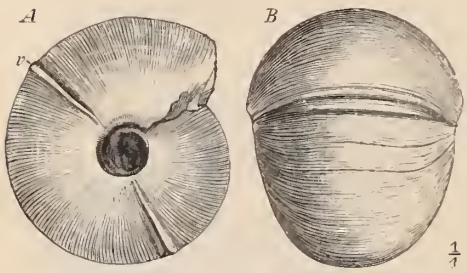



Fig. 500. Eine Ammonitenschale mit stehengebliebenen Mundwülsten (varices — *v*) und davor befindlichen Einschnürungen. *A* von der Seite, *B* von hinten

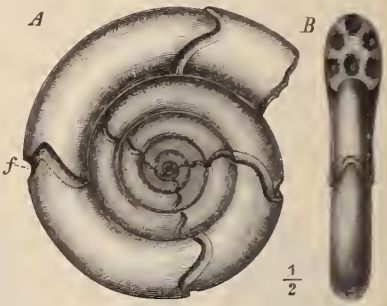



Fig. 501. Eine Ammonitenschale mit stehengebliebenen Mundrand-Einschnürungen (*f*). (*Lytoceras*) *A* von der Seite, *B* von vorn.

nur auf der Außenseite der Schale (503 *A wu*) oder auch im Innern der Wohnkammer; letzterenfalls erscheint auf dem Steinkern eine Furche. Gewöhnlich sind diese periodischen Verdickungen von einer Einschnürung der Schale vor dem Wulst begleitet (500 *A*, 503 *A*). Wächst das Tier dann weiter, so bleiben die Wülste und Einschnürungen auf der Schale erhalten — stehen gebliebene Mundränder (500 *A*, 501 *A*).

Gewisse auffallende Merkmale an der Wohnkammer mancher Ammoniten lassen sich nur als Alterserscheinungen des Individuums erklären. Dahin gehören

a) die sog. anormalen Wohnkammern. Das Wachstum der ausgerollten Schale erfolgt i. A. gesetzmäßig, in dem die Höhe und Breite des

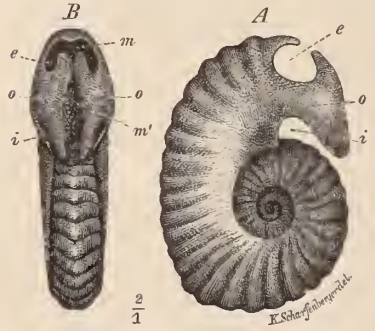



Fig. 502. *Haploceras Cadomense* d'Orb. Mittl. Dogger, Bayeux, Calvados. Schale mit geknickter Wohnkammer. Mündung durch Seitenohren (*o*) visierartig geschlossen. *m* Trichteraustritt; *m'* Mundausschnitt; *e* paarige äußere und *i* innere Öffnungen.

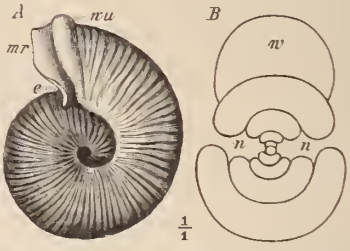



Fig. 503. *Stephanoceras microstoma* Opp. U. Callovien. Schwaben. *A* Schale mit ausgeschnürter Wohnkammer. Mündung mit erhaltenem Rande (*mr*); *e* innerer Seitenausschnitt; *wu* Mündungswulst. *B* Schalenquerschnitt, zeigt die Verengerung des Nabels (*n*) und die Zurundung der Wohnkammer (*w*).

Umgangs mit dem Wachstum entsprechend (allerdings in sehr verschiedenartiger Proportion) zunimmt. Bei alten, ganz ausgewachsenen Schalen ver-

ändert sich aber die normale Spiraleinrollung allmählich oder plötzlich, indem entweder die Schale sich allmählich immer mehr ausschnürt, d. h. immer weitnabeliger (503 *A*) und dabei der Mündungsquerschnitt höher und enger wird (503 *B*), oder indem die Wohnkammer in wechselnder Weise geknickt erscheint, womit ebenfalls eine Änderung des Querschnittes verbunden zu sein pflegt (502 *A*).

b) Visierartige Verengerungen der Mündung treten in ähnlicher Weise wie bei den *Naut.* S. 283 auf. Häufig wächst der Mundrand jederseits in der Seitenmitte in der Form eines Stieles mit löffel- oder ohrartiger Verbreiterung aus (557); diese Ohren biegen sich gewöhnlich nach innen ein und können zusammen mit dem Trichterfortsatz die Mündung bis auf einige Löcher einengen (502). Die mediane Öffnung (*m'*) entspricht wohl sicher dem Munde, die äußere (*m*) dem Trichter, die seitlichen, inneren (i) und äußeren (e) ? Paar Mundlappen (Armen oder Tentakeln), durch deren Tätigkeit ihre Ränder ± aufgewulstet erscheinen (503 *Ae*). Diese Bildung findet eine zutreffende Erklärung in der Annahme, daß beim langsamen Absterben des alternden Tieres der Mantel zwischen den bewegten Organen sich teilweise über den Kopf ausgedehnt und diese Schalenteile gebildet habe.

**Aptychus.** Zu den *Ammonites*schalen gehören einfache (*Anaptychus*) oder 2klappige (*Aptychus*) Schalenstücke, die nur selten auf der Mündung, häufiger im Innern der Schale (504 *ap*), meist aber davon getrennt gefunden werden. Sie sind stets etwas gewölbt und zeigen auf der konkaven Fläche Zuwachsstreifung. Sie können dünn und wesentlich hornig oder ± dick und kalkig sein. Im letzteren Falle ist die Konvexseite glatt (*Laeves* — 505 *B*) oder konzentrisch gefaltet (*Lamellosi* — 506).

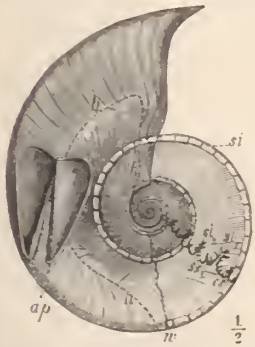



Fig. 504. Eine plattgedrückte Ammonitenschale (*Oppelia steraspis* Opp. — Ob. Malm) mit vollständig erhaltener Wohnkammer; darin der aufgeklappte Aptychus (*ap*) von innen. *si* Sipho; *h—h* Haftband; *w* hintere Grenze der Wohnkammer.

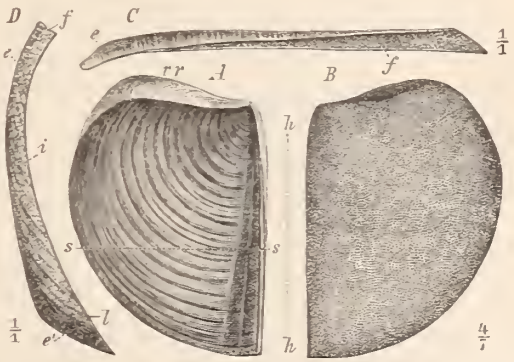



Fig. 505. *A—C* Aptychus von *Aspidoceras*. Kimmeridge. Le Havre. *A* eine Klappe von innen mit Zuwachsstreifung; *vr* Vorderrand. *B* dieselbe von außen. *h—h* Symmetrielinie. *C* Innenrand der Klappe. *f* Gelenkungsfurche. *D* Querschnitt (ist in der Richtung *s—s* — Fig. *A* gelegt.). *i* Zuwachslamellen, an der Außenseite zusammengedrängt; *l* dichte Lamelle der Innen-, *e* der Außenseite.

Ihre Form stimmt i. A. mit der Mundöffnung des Ammoniten, zu dem sie gehören, überein und namentlich zeigt der herzförmig ausgeschnittene

Vorderrand (505 *A vr*) eine Kehlung, die durchaus der Schalenwölbung an der Außenseite des Umganges in etwas schrägem, nach hinten geführtem Schnitte entspricht. Die Schalenmasse ist nicht kompakt, sondern zwischen einer inneren und äußeren Kalkhaut (*Dl*, *e*) befindet sich eine zellige Kalkmasse, deren Zwischenräume von verwesbarer Substanz erfüllt gewesen sein müssen. Der Zuwachs erfolgt stets nur vom Konvexrande, weder von oben noch von unten. Einfache, dünne, vorwiegend hornige *Anaptychen* kennt man bei *Goniatiten* und einigen *Ammoniten* bis in den Lias, dünne hornige *Aptychen* bei älteren jurassischen *Ammoniten* aus der Familie der *Harpoceratidae* (S. 313), ± dicke, kalkige besonders bei Jura- und Kreide*ammoniten* der Gattungen *Aspidoceras, Perisphinctes* und *Haploceras*. Von den meisten Ammoniten sind derartige Bildungen überhaupt nicht bekannt.

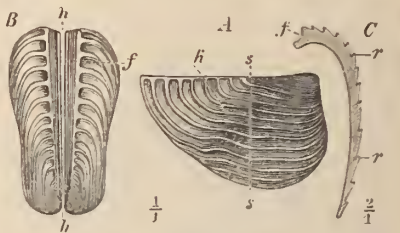



Fig. 506. Aptychus von *Haploceras*. Neocom. Chalançon, Dép. du Drôme. *A* eine Klappe von der Seite gesehen. *k* schräg nach hinten verlaufende Kante. *B* beide Klappen von außen (Vorderrand nach unten). *h—h* Symmetrielinie. *C* Querschnitt einer Klappe nach der Linie *s—s* — Fig. *A*. *r* Falten; *f* Gelenkungsfurche.

Unter den verschiedenen Deutungen, welche der Aptychus erfahren hat, kommt der eines deckelartigen Verschlusses der Mündung die größte Wahrscheinlichkeit zu. Dafür sprechen gelegentliche Funde, wo er die Mündung wirklich deckelartig verschließt, bes. aber die Einzelheiten seiner Form. Er kann aber kein Schalenstück von der Art des Schneckendeckels gewesen sein, sondern läßt sich nach Form und Struktur nur als eine verkalkte Kopfklappe nach Art der Kapuze von *Nautilus* (S. 279) deuten.

**Klassifikation.** Die Fähigkeit zu rascher Abänderung und die ungewöhnliche Mannigfaltigkeit in Form und Verzierung der Schale in Verbindung mit großer horizontaler Verbreitung stempeln zwar die *Ammonoidea* zu vortrefflichen Zeitmessern und Leitfossilien für alle Formationen vom Silur bis zum Ende der Kreide, erschweren aber eine natürliche Klassifikation in hohem Grade, wenigstens so lange nicht die Veränderungen an allen Merkmalen Schritt für Schritt verfolgt werden können. Es bedarf keiner besonderen Betonung, daß solche Merkmale, welche im Laufe der Zeit sich allgemein, wenn auch nicht überall gleichzeitig ändern, für die Ermittlung des genetischen Zusammenhanges wenig oder keinen Wert besitzen, daß sie vielmehr nur die verschiedenen Stadien der Umwandlung innerhalb der einzelnen Reihen bezeichnen. Dahin gehören die Verwandlung des Trichterausschnitts zu einem Trichterfortsatz, die Ersetzung der Septaldüten durch Septalkragen, die Veränderung der asellaten Anfangsblase in die latisellate und diese in die angustisellate, die allgemeine Zunahme der Komplikation der Lobenlinien. Besser verwertbar erscheinen die Länge der Wohnkammer, die, soweit wir wissen, einigermaßen beständig ist, gewisse Formen der Lobenlinie, sowie die Einrollung und Skulpturen der Schale. Die Einrollung der Schale wechselt zwar zuweilen sehr rasch, indem aus sehr hochmündigen Schalen plötzlich niedrigmündige hervorgehen, bleibt aber auch oft lange, namentlich bei stark eingerollten Schalen, ziemlich beständig. Die Verzierungen der Schale sind sehr mannigfaltig. Sie haben

sich wie bei den andern Mollusken erst im Laufe der Zeit, aber in verschiedenen Reihen verschieden rasch herausgebildet. Die ältesten *Goniatiten* weisen alle nur Zuwachsstreifung auf, und in manchen Reihen kommt es nie zu ausgeprochener Berippung in der Form von Querrippen oder Stacheln (glattschalige oder leiostrake). Spiralrippen treten überhaupt nur selten auf. Andre erhalten schon im *Goniatiten*-Stadium Querrippen und entwickeln früh weitere reichliche Verzierungen (rauhschalige oder trachyostrake). Wenn auch aus manchen, lange Zeit glatten Schalen später ziemlich rasch trachyostrake hervorgehen, so ist doch dieses Merkmal innerhalb gewisser Grenzen gut brauchbar. Runzelschichten ähnlich denen, welche bei *Nautilus* vom Rückenlappen erzeugt werden, trifft man bei älteren leiostraken Formen häufig, bei jüngeren nur noch selten.

## A. Goniatiten.

Die ältesten Vertreter der *Ammonoideen* werden wegen der gemeinsamen Merkmale der ganzrandigen Lobenlinie, der mangelnden Verzierungen u. a. zweckmäßiger Weise unter obigem Namen auch heute noch zusammengefaßt, weil sie sich wegen des lückenhaften Materials bis jetzt nur z. T. als Vorläufer bestimmter jüngerer *Ammoniten*gruppen haben erkennen lassen. Der Lobenlinie fehlt vielfach noch die normale Lobenzahl und der Mittelsattel. Skulpturen erscheinen eben erst angedeutet, aber meist noch nicht typisch ausgeprägt.

Da wir schon aus dem Obersilur vollständig eingerollte, in jeder Hinsicht typische *Goniatiten* kennen, im Mitteldevon aber Formen mit noch unvollkommener Einrollung der ersten Windungen erscheinen (510), so ist eine mehrmalige Abzweigung aus *Nautiloideen* wahrscheinlich. Auch zeigt die

Fig. 507. *Anarcestes subnautilinus* Schl. M. Devon. Nassau. Schale von der Seite. *sl* Seitenlobus.

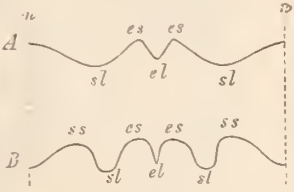



Fig. 508. *A Anarcestes subnautilinus* Schl. Äußerer Teil der Lobenlinie. *B* dieselbe von *Tornoceras simplex* v. B. *n* Naht; *el* Außenlobus; *es* Außensattel; *sl* Seitenlobus; *ss* Seitensattel.

Fig. 509. *Tornoceras simplex* v. B. Ob. Devon. Büdesheim, Eifel. *s'* Schale; *s* Scheidewände; *sl* Seitenlobus, *ss* -sattel.

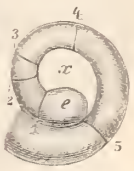



Fig. 510. *Mimoceras compressum* Beyr. M. Devon. Nassau. Schalenanfang. *e* Embryonalblase; *1*—*5* die ersten 5 Scheidewände; *x* das durchbrochene Zentrum.

folgende kurze Übersicht über einige der wichtigsten devonischen und karbonischen *Goniatiten*, daß schon sehr früh mehrere, scharf getrennte Reihen nebeneinander bestanden. Die jüngeren *Goniatiten* werden nebst den zu den

*Ammoniten* hinüberleitenden Übergangsformen bei den einzelnen *Ammon.*-Gruppen behandelt werden.

A. **Nautiloide Formen** mit 1 Seitenlobus und ungeteiltem Außenlobus sind bes. vom Ob. Silur — Ob. Devon verbreitet, gehören aber verschiedenen Stämmen an, wie

**Anarcestes** Mojs. (507, 508 *A*), Schalen niedrigmündig, ± weit genabelt, halbmondförmig im Querschnitt. Wohnkammer lang. Ein flacher Seitenlobus (*sl*) und ein ungeteilter trichterförmiger Außenlobus (*el*). *A. subnautilinus* Schl. (507), *lateseptatus* Beyr. Im U. u. M. Devon.

**Aphyllites** Mojs., Schale hochmündig, glatt, engnabelig mit ± abgeflachter Außenseite. Ein weiter, tiefer Seitenlobus und 1 Seitensattel vorhanden. U. u. M. Devon. *A. occultus* Barr.

**Mimoceras** Hy. (510), Schale sehr evolut. Die innern, öfter auch die späteren Umgänge nur unvollkommen eingerollt und von *Bactrites* (S. 282) wesentlich nur durch die eingerollte Schale unterschieden. Seiten- und Außenlobus wenig ausgeprägt, flach. M. Devon.

**Tornoceras** Hy. (509, 508 *B*). Eng- oder ungenabelte Schalen mit gerundeten Umgängen, Seitenlobus schwach (*sl*), Seitensattel breit (*ss*), bis zum Nabel reichend. Außenlobus (*el*) ungeteilt. Wohnkammer kurz oder lang. Selten im M., häufig im Ob. Devon. *T. simplex* v. B., Einschnürungen und Mundwülste sind hier und bei der verwandten Gattung *Paradoceras* (mit 2 Seitenloben — 514 *C*) entwickelt. Als

B. **Goniatitoide Formen,** die entweder mehrere Seitenloben oder einen Mittelsattel oder beides aufweisen, kann man bezeichnen:

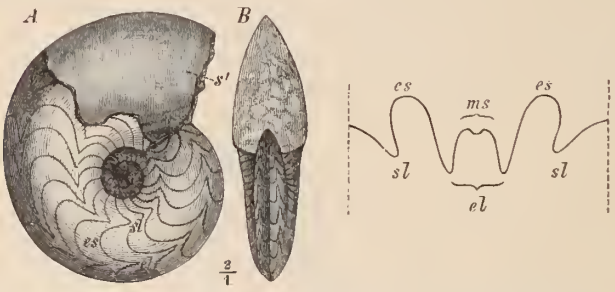



Fig. 511. *Gephyroceras intumescens* Beyr. Ob. Devon. Grund am Harz. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie bis zur Naht. *s'* Schale.

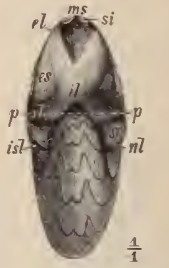



Fig. 512. *Gephyroceras primordiale* Schl. Ob. Devon. Grund a. H. Ansicht gegen die Septalfläche. *p* Projection des vorhergehenden Umganges.

*ms* Mittelsattel; *el* Außenlobus; *es* Außensattel; *sl* Seitenlobus; *ss* Seitensattel; *nl* Nahtlobus *isl* innerer Seitenlobus; *il* Innenlobus.

**Gephyroceras** Hg. (511, 512). Schalen ± hochmündig, gerundet, eng bis ziemlich weit genabelt. Der Außenlobus (*el*) sehr breit, mit starkem, geteiltem Mittelsattel (*ms*). Der Seitenlobus (*sl*) wenig tief, fällt auf die Projektion des vorhergehenden Umganges. Bes. im Ob. Devon häufig. *G. primordiale* Schl. (512), *intumescens* Beyr. (511) (*Intumescens*-Schichten des untern Ob. Devon). Daran reiht sich *Timanites* Hlzpfl. mit hohen Windungen, schneidender Außenseite und 2 Seitenloben. Nahe steht auch

**Beloceras** Hy. (513), durch ungewöhnlich große Zahl und seriale Stellung der Loben ausgezeichnet. Der Außensattel (*es*) zerfällt in zahlreiche adventive Elemente (*es*); mehrere Hilfsloben (*hl*) vorhanden. Beide Gattungen im Ob. (*Bel.* schon? U.) Devon. Die Nachkommen von *Beloceras* erhalten schon im Karbon eine gezackte Lobenlinie, wie sie sonst erst bei permischen Formen auftritt — *Prodromites* Sm.

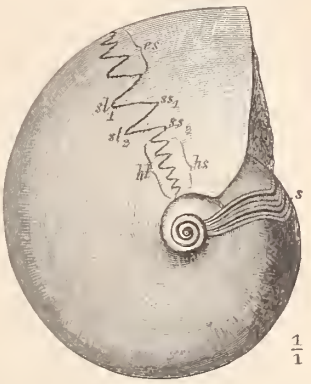



Fig. 513. *Beloceras multilobatum* Beyr. Unt. Ob.-Devon. Martenberg, Waldeck. Schale von der Seite. *s* die sichelförmige Streifung der Schale. Der Außensattel (*es*) ist in zahlreiche adventive Elemente zerfallen; mehrere Hilfsloben (*hl*) vorhanden.

Sehr niedrigmündige, engnabelige und daher fast kuglige Schalen besitzt die im Karbon verbreitete Gattung

**Glyphioceras** Hy. (485, 489, 514 *A*, *B*, *D*) mit geteiltem Mittelsattel (*ms*), spitzem Außensattel (*es*) und tief trichterförmigem Seitenlobus (*sl*). Verzierungen treten hier und namentlich bei verwandten, mehr evoluten Formen des Karbons (*Gastrioceras*, *Pericyclus*) mehrfach, als Spiralstreifen oder deutliche Querrippen, auf. Das Septum wird in der Mitte konvex, der Trichterausschnitt verschwindet, Septalkragen erscheinen.

Durch zahlreiche, zungenförmige und gerundete Loben und glatte Schalen mit meist niedrigen, gewölbten Umgängen sind einige schon im M. Devon erscheinende Gattungen ausgezeichnet, wie namentlich

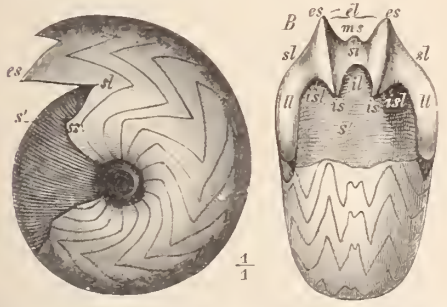



Fig. 514. *A*, *B*, *D Glyphioceras sphaericum* Mart. Unterkarbon. Ratingen b. Düsseldorf. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *D* Lobenlinie bis zur Naht. *s'* Schale; *si* Sipho; *u* Septalumschlag. *C* Lobenlinie von *Paradoceras Bronni* Mnstr. Oberes Ob.-Devon. Brilon, Westfalen. Zwei nahezu gleiche Seitenloben ($sl_1$, $s'_2$) entwickelt.

**Prolecanites** Mojs. (515) mit ungeteiltem Außenlobus (*el*) und niedrigem Außen- (*es*), aber sehr hohem 1. Seitensattel (*ss*) im Devon und

**Pronorites** Mojs. (516) mit serialem Lobenbau, 3 spitzigem Außen-$\frac{1}{2}$(*el*) und 2 spitzigem Seitenlobus ($sl_2$), womit der Anfang einer ammonitischen Lobenlinie gegeben ist. Karbon und U. Perm.

Während die Mehrzahl der devonischen und karbonischen *Goniatiten* sich in Perm und Trias zu *Ammoniten* fortbildet, steht ein abweichender Seitenzweig derselben, als

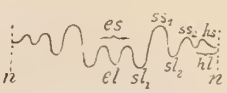



Fig. 515. *Prolecanites tridens* Sdb. Unteres Ob.-Devon. Oberscheld, Nassau. Lobenlinie bis zur Naht. Der Außensattel (*es*) sehr niedrig.

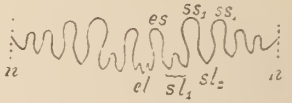



Fig. 516. *Pronorites cyclolobus* Phill. Unterkarbon. Belgien. Lobenlinie bis zur Nabt. Der Außenlobus (*el*) ist dreispitzig, der 1. Seitenlobus ($sl_1$) durch einen Sekundärsattel 2teilig.

**Clymeniidae** (517, 518) bekannt, vollständig isoliert da. Die Schalen der in mehrere Gruppen zerfallenden Gattung *Clymenia* gleichen habituell den *Goniatiten*, zeichnen sich aber vor ihnen i. A. durch ± stark hervortretende Berippung, Weitnabeligkeit und durch rückenständigen Sipho (517) nebst langen Septaldüten aus. Die Lobenlinie ist goniatitisch (518); ihr fehlt aber mit seltenen Ausnahmen (*E*) der Außenlobus, vielmehr ist der Außensattel ungewöhnlich breit (*A*—*D es*) und der Innenlobus (*il*) stark vertieft.

Fig. 517. *Clymenia undulata* Mnstr. Oberes Ob.-Devon. Elbersreuth, Fichtelgebirge. Schale von der Seite. Oben rechts: Querschnitt der Windung, um die rückenständige Lage des Sipho zu zeigen.

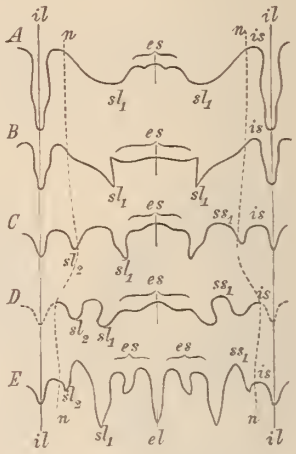



Fig. 518. Lobenlinien verschiedener Clymenien. *A C. laevigata* Mnstr. *B C. undulata* Mnstr. *C C. striata* Mnstr. *D C. bilobata* Mnstr. *E C. speciosa* Mnstr. Oberes Ob.-Devon. Fichtelgebirge. *es* Außensattel; *el* Außenlobus; *il* Innenlobus; $sl_1$ erster, $sl_2$ zweiter Seitenlobus; $ss_1$ Seitensattel; *is* Innensattel; *n* Naht.

Sie scheinen aus normalen *Goniatiten* unter Verlagerung des Sipho auf die Rückenseite und Verschwinden des Außenlobus entstanden zu sein, doch ist über ihre Herkunft nichts genaueres bekannt. Sie treten ganz unvermittelt im oberen Ob. Devon der Nordhalbkugel (*Clymenien*-Schichten) in weiter Verbreitung auf, um sofort wieder zu verschwinden. Die Lobenlinie variiert innerhalb weiter Grenzen, bleibt aber immer goniatitisch. Ebenso wechselt die Einrollung und Skulptur der Schale.

## B. Ammoniten.

Die Grenze zwischen *Goniatiten* und *Ammoniten* ist weder natürlich noch scharf, da die unterscheidenden Merkmale allmählich und nicht alle gleichzeitig erscheinen. Es gibt *Goniatiten*, bei denen eine Zerschlitzung der Loben bereits sehr früh, im Karbon, anfängt (*Pronorites*) oder die Septalfläche opisthocöl wird und die Septaldüte durch den Septalkragen z. T. ersetzt ist (*Glyphioceras*). Ebenso verschwindet der Trichterausschnitt vielfach schon früh. Andrerseits gibt es in der Trias noch Schalen mit goniatitischen Loben (*Lobites* S. 309). Die Umprägung der goniatitischen Merkmale in die ammonitischen ist eben in den verschiedenen Formenreihen zu verschiedenen Zeiten erfolgt. Im Perm sehen wir bereits die Mehrzahl in das ammonitische Stadium eingetreten.

Wenn man einerseits der natürlichen Zusammengehörigkeit des kaum übersehbaren Heeres von *Ammoniten*, so weit sie bis jetzt festgestellt ist, Rechnung trägt und andrerseits den Überblick nicht zu sehr erschweren will, so kann man die mesozoischen *Ammoniten* in 4 größere Gruppen teilen, deren unterscheidende Merkmale nicht mit wenigen Worten ausgedrückt werden können, sondern sich z. T. nur aus dem gesamten Entwicklungsgange ergeben. Als rauhschalig i. eng. Sinne oder

A. **Trachyostraca** bezeichnet man Ammoniten, die verhältnismäßig früh, d. h. vielleicht schon im Paläozoikum, jedenfalls der Hauptmasse nach in der Trias, ± reichliche Verzierungen, Rippen, Knoten usw. erhalten, auch in der Trias schon Nebenformen bilden, aber jünger nicht bekannt sind. Sie haben normale (oder unternormale), aber weder tief zerschlitzte, noch seriale Lobenlinien und gewöhnlich niedrige, nie sehr hohe, zugeschärfte Umgänge. Nach der Länge der Wohnkammer unterscheidet man

1. Fam. *Ceratitidae* mit kurzer Wohnkammer.
2. Fam. *Tropitidae* » langer »

B. **Hemiostraca.** Die Verzierungen der ± scheibenförmigen Schale bleiben während der Trias z. T. auch bis in die Kreide schwach; es gehen aber in Jura und Kreide kleinere, stark verzierte Gruppen aus ihnen hervor. Spiralstreifen und gekerbter Kiel nicht selten. Die Lobenlinie ist serial und besteht aus zahlreichen Loben, die sich schon in der Trias z. T. ungewöhnlich stark zerschlitzen; der Seitensattel ist meist ungewöhnlich groß und breit. Bei reich verzierten und bei vielen kretazischen Formen vereinfacht sich die Lobenlinie. Wohnkammer kurz. Nebenformen unbekannt. Reichen bis zum Ende der Kreide.

3. Fam. *Pinacoceratidae.* Sättel und Loben 3 eckig, verschmälert.
4. Fam. *Amaltheidae.* Sättel und Loben zungenförmig, gerundet.

C. **Leiostraca.** Schalen i. A. glatt, nur in Nebenzweigen trachyostrak. Umgänge gerundet, nie zugeschärft. Meist eng- oder ungenabelt und mit serialem Lobenbau, oder weit genabelt und dann mit normalen,

aber stets symmetrisch zerschlitzten Loben und häufig mit Nebenformen (Kreide). Nach der Länge der Wohnkammer trennen sich

5. Fam. *Arcestidae* mit langer Wohnkammer.
6. Fam. *Phylloceratidae* mit kurzer Wohnkammer, engnabelig.
7. Fam. *Lytoceratidae* » » » weitnabelig.

D. **Heterostraca.** Ursprünglich glatte, aber bald rauhschalige und sehr mannigfach verzierte Schalen des Jura und der Kreide. Weit- oder engnabelig, hoch- oder niedrigmündig. Wohnkammer kurz. Lobenlinie normal, selten unternormal oder serial, häufig mit Suspensivlobus. Nebenformen im Jura, bes. in der Kreide häufig. Sie zerfallen in

8. Fam. *Harpoceratidae.* Schale i. A. hochmündig, engnabelig, oft gekielt mit meist schwachen, sichelförmigen Verzierungen. Aptychus gefaltet. Nebenformen unbekannt.
9. *Aegoceratidae.* Schale i. A. niedrigmündig, weitnabelig, selten gekielt, mit ± starken, oft gespaltenen und geknoteten Querrippen. Aptychus ungefaltet. Nebenformen häufig.

Der wahrscheinliche Zusammenhang mit älteren Formen und die geologische Verbreitung der mesozoischen *Ammoniten* ist auf nebenstehender Tabelle (S. 303) übersichtlich dargestellt.

## A. Trachyostraca.

**1. Fam. Ceratitidae.** Die Schalen dieser mit der Trias verschwindenden Gruppe sind i. A. weitnabelig und niedrigmündig; sie erhalten z. T. schon im Perm Verzierungen in der Form von Querrippen, später auch als Stacheln oder Knotenreihen. Die Lobenlinie zeigt meist nur wenig tiefe Kerben, ist brachyphyll zerschlitzt; nur bei stark verzierten Formen tritt eine etwas tiefere Zerteilung ein. Hilfsloben meist

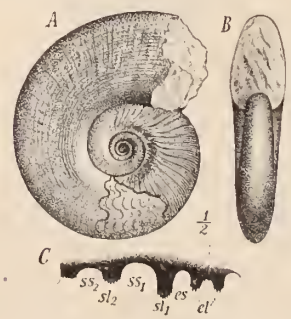



Fig. 519. *Ophiceras Sakuntala* Dien. Ob. Perm. Himalaya. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie.

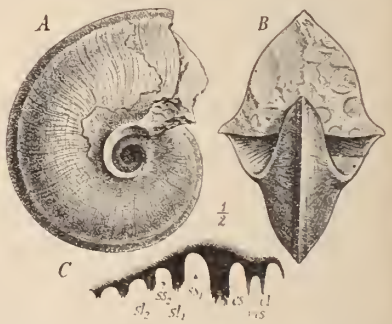
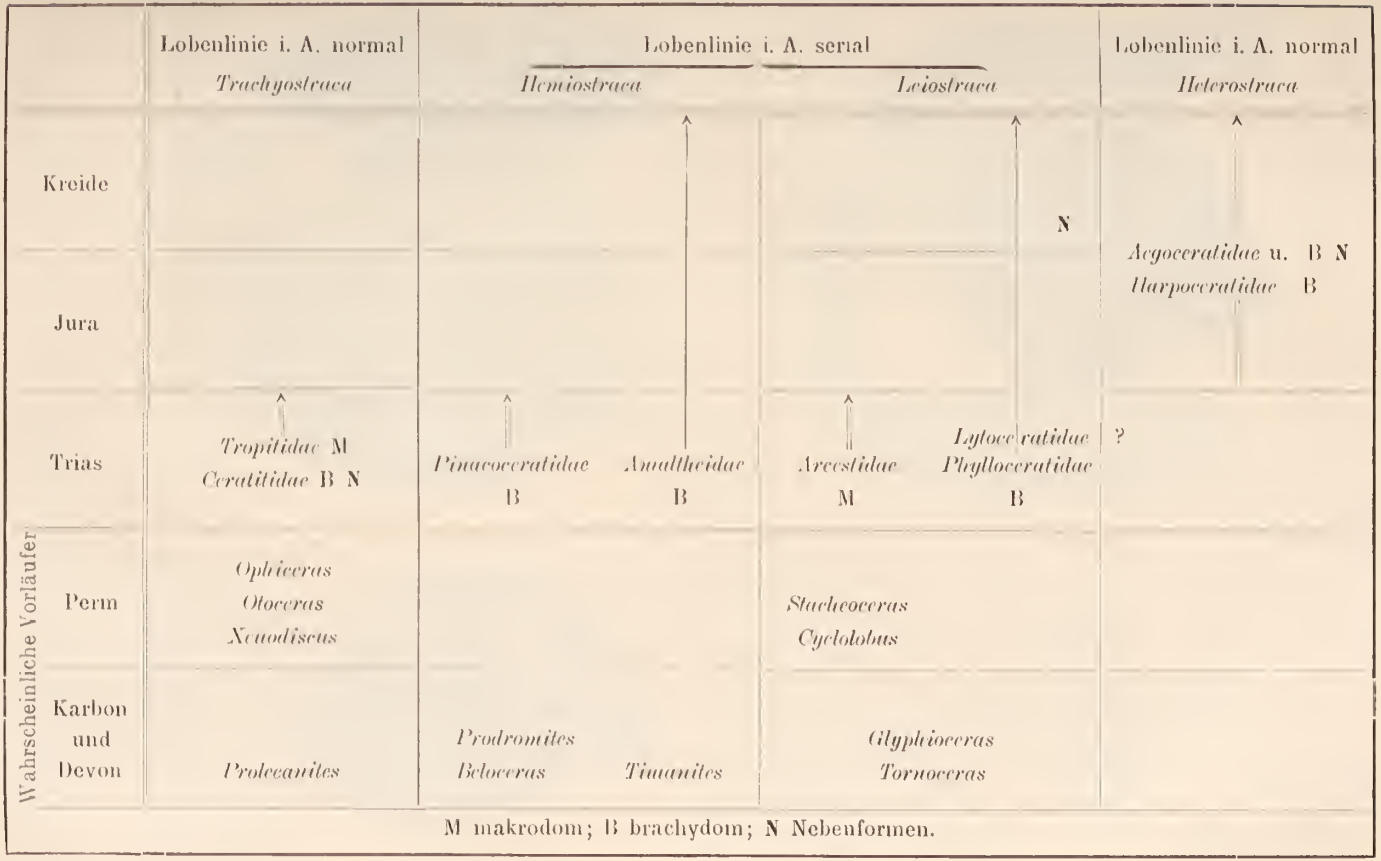



Fig. 520. *Otoceras Woodwardi* Griesb. Ob. Perm. Himalaya. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie.

*el* Außen-, $sl_1$ 1., $sl_2$ 2. Seitenlobus, *es* Außen-, *ms* Mittel-, $ss_1$ 1., $ss_2$ 2. Seitensattel.

spärlich und klein. Einschnürungen und stehen gebliebene Mundränder fehlen. Nebenformen entwickelt, aber selten.


Lobenlinie i. A. normal
Trachyostraca
Lobenlinie i. A. serial
Hemiostraca
Leiostraca
Lobenlinie i. A. normal
Heterostraca
Kreide
Jura
Trias
Perm
Karbon und Devon
Wahrscheinliche Vorläufer
N
Aegoceratidae u. B N
Harpoceratidae B
Tropitidae M
Ceratitidae B N
Pinacoceratidae B
Anaitheidae B
Arcestidae M
Lytoceratidae Phylloceratidae B
?
Ophiceras
Otoceras
Xenodiscus
Stacheoceras
Cyclolobus
Prodromites
Beloceras
Tiuanites
Glyphioceras
Tornoceras
Prolecanites
M makrodom; B brachydom; N Nebenformen.

Unter den zahlreichen, glatten oder nur mit schwachen Falten versehenen älteren Vertretern mögen wegen ihrer Häufigkeit im Oberen Perm Indiens hervorgehoben sein:

**Ophiceras** Griesb. (519) mit weitnabeliger Schale, ovalem Windungsquerschnitt und feingekerbten Loben und

**Otoceras** Griesb. (520) mit stark involuter Schale, 3eckigem Querschnitt und gekielter Außenseite; beide mit vollzähliger Lobenlinie.

Andrerseits treten im Ob. Buntsandstein und höheren Schichten der Alpen Formen mit starker Verzierung, aber unterzähliger und kaum gekerbter Lobenlinie auf, wie

**Tirolites** Mojs. (521). Mit reichlicher Verzierung durch Außen- oder auch Mittelknoten und einfachen oder gespaltenen Rippen ist

**Ceratites** d. H. (522, 523) in der älteren und mittleren Trias, bes. im Muschelkalk Europas und S.- und O. Asiens häufig. Die Schale ist mäßig stark eingerollt, mit gerundeter Außenseite. Stets einige, aber kleine Hilfsloben vorhanden; nur die Loben

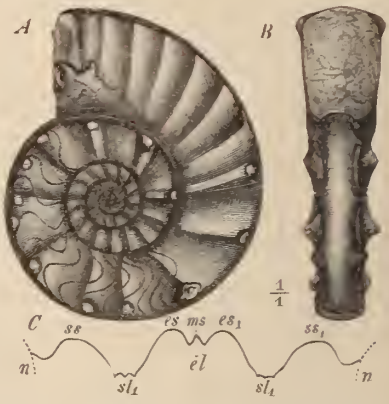



Fig. 521. *Tirolites Cassianus* Qu. Ob. Buntsandstein (Werfener Sch.). Campil, Dolomitalpen. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie, zeigt den schwach gezähnten Seitenlobus (*sl*$_1$) und den flachen Außenlobus (*el*).

Fig. 522. *A Ceratites trinodosus* Mojs. Muschelkalk. Bakony. Schale von der Seite. *B C. binodosus* Hau. Lobenlinie, wenige Hilfsloben (*hl*) und ein Λ-förmig gespreizter Außenlobus (*el*).

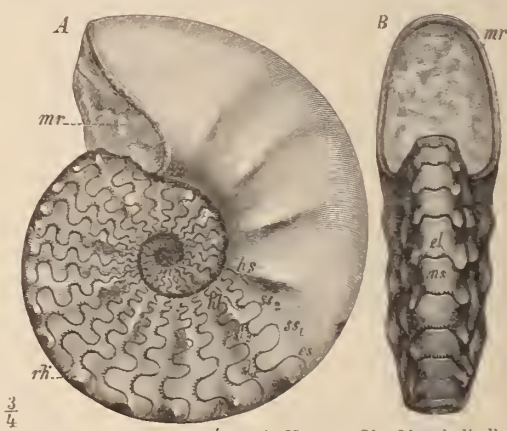



Fig. 523. *Ceratites nodosus* d. Haan. Ob. Muschelkalk. Wolfenbüttel. *A* Schale von der Seite. Der Mundrand (*mr*) auf der Außenseite vorgezogen, gegen den Rücken zu ausgebuchtet. *rk* äußere Knotenreihe. *B* dieselbe von vorn. Die Sättel (*ss*, *ss*$_1$, *ss*$_2$, *hs*) sind ganzrandig, die Loben (*el*, *sl*$_1$, *sl*$_2$, *hl*) gezähnt.

oder auch die tieferen Teile der ± breiten Sättel gekerbt. Im Oberen germanischen Muschelkalk findet sich *C. nodosus* d. H. (523) in zahllosen Varietäten sehr häufig (*Nodosus*-Kalk).

Im Keuper der Alpen und des Himalaya erscheinen noch reicher skulptierte Schalen mit gefurchter Außenseite und zahlreichen gespaltenen und geknoteten Rippen, deren Lobenlinien auch normal und nicht selten tief zerschlitzt sind; ihre Sattelenden sind verschmälert. Wichtigste Gattung

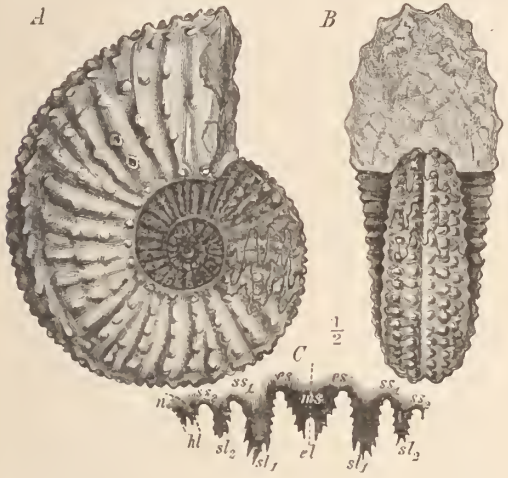



Fig. 524. *Trachyceras Archelaus* Laube. U. Alpenkeuper: Ladinische St. Bakony. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie mit 2 Seitenloben ($sl_1$, $sl_2$), gekerbten Sätteln (*es*, $ss_1$) und schmalem Mittelsattel (*ms*).

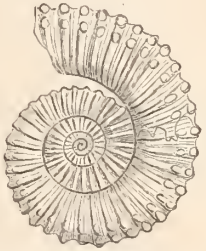


Fig. 525. *Choristoceras Marshi* Hau. Rhätische Stufe. Salzkammergut. Die letzte Windung schwach abgelöst. 1/1.

**Trachyceras** Lbe. (524). In den mediterranen Triasablagerungen M.- und S. Europas sowie im pazifischen N. Amerika verbreitet.

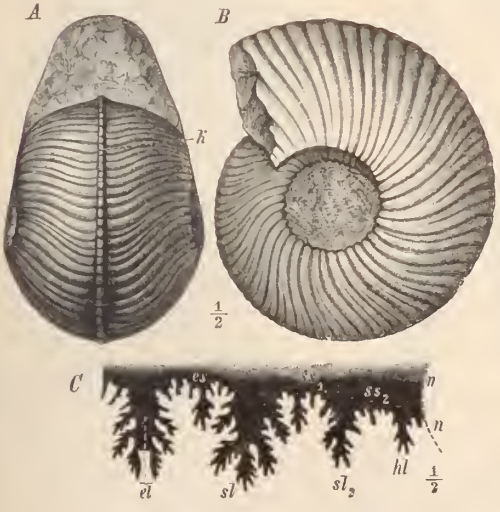



Fig. 526. *Tropites subbullatus* Hau. Alpenkeuper (Hallstätter Kalk). Salzkammergut. *A* Schale von vorn, *B* von der Seite. *C* die stark zerschlitzte Lobenlinie.

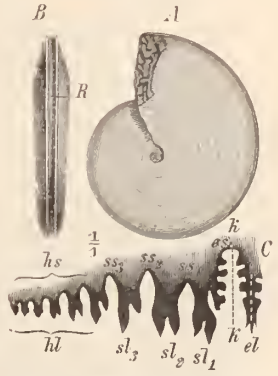



Fig. 527. *Meddlicottia Trautscholdi* Gem. Perm. Sizilien. *A* Schale von der Seite, *B* von hinten. *R* Außenfurche, von 2 Kielen eingefaßt. *C* Lobenlinie. *k—k* Kiellinie. Von dem hohen, quergeteilten Außensattel (*es*) zweigt sich ein kleiner Adventivsattel ab.

**Nebenformen** der *Cerat.* sind unscheinbar und bis jetzt nur in der Oberen Trias der Alpen gefunden. Entweder lösen sich wie bei *Choristoceras* Hau. (525)

die Windungen der Spiralschale voneinander, bleiben aber in einer Ebene, oder sie rollen sich nach Art eines Schneckenhauses auf (*Cochloceras*. Vgl. *Turrilites* S. 312), oder sie werden stabförmig (*Rhabdoceras*). Die Lobenlinie ist nur schwach gezähnt oder goniatitisch (525).

**2. Fam. Tropitidae.** Sie unterscheiden sich von den *Cer.* wesentlich durch die lange Wohnkammer. Im übrigen machen sie eine ähnliche Entwicklung durch und sind in der Trias in zahlreichen und z. T. reich verzierten Gattungen vertreten. Die Lobenlinie ist bei den jüngeren Formen oft tief zerschlitzt, aber stets mit nur wenigen Hilfsloben versehen.

**Tropites** Hy. (526). Aufgeblasene bis scheibenförmige Schalen mit starken, gespaltenen, oft geknoteten Querrippen und Kiel auf der Außenseite, im späteren Alter ausgeschnürt. Häufig im mittleren Keuper der Alpen. Verwandte Formen wie *Acrochordiceras* im Muschelkalk Europas verbreitet, vereinzelt auch im germanischen Muschelkalk.

## B. Hemiostraca.

**3. Fam. Pinacoceratidae.** Scheibenförmige, enggenabelte Schalen, meist glatt oder nur mit Spiralstreifen oder schwachen Falten verziert. Die seriale Lobenlinie ist durch ± reichliche Zerteilung des sehr breiten oder hohen Außensattels (Adventivloben — 528 *Aal*) gekennzeichnet. Verschwindet mit der Trias. Wohl z. T. von *Beloceras* (S. 299) abzuleiten. In

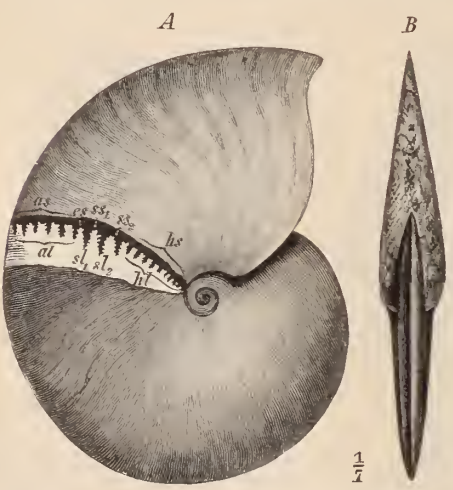



Fig. 528. *Pinacoceras parma* Mojs. Alpenkeuper. Salzkammergut. *A* Schale von der Seite mit eingetragener Lobenlinie; ihre starke Zerschlitzung bei der Reduktion nicht erkennbar. *B* Schale von vorn.

Fig. 529. *Ptychites gibbus* Ben. Oberer Muschelkalk. Prezzo, Jndicarien. *A* Schale von der Seite. *B* Lobenlinie. Der Außensattel (*es*) ist weniger hoch als der erste Seitensattel (*ss*$_1$); der Außenlobns (*el*) sehr seicht; *r* Rückenkante.

**Meddlicottia** Wg. (527) liegt eine für das Perm Eurasiens sehr bezeichnende Gattung vor, deren Loben in verschiedene Grade sich zu zerschlitzen

beginnen. Der Außensattel ist hoch und beiderseits zerteilt. Außenseite (*B*) mit tiefer Rinne zwischen 2 Kielen.

**Pinacoceras** Mojs. (528). Große, außen zugeschärfte Schalen von z. T. gewaltigem Durchmesser, im Alter ausgeschnürt. Die Lobenlinie setzt sich aus sehr zahlreichen Elementen zusammen und zeigt einen ungewöhnlich hohen Grad von Zerschlitzung. Eine größere Zahl wohl individualisierter Adventivloben vorhanden. Oberer Muschelkalk und Keuper der Alpen.

**4. Fam. Amaltheidae.** Sie stehen den *Pinac.* durch die meist starke Entwicklung des Außensattels nahe, der sehr breit und zuweilen auch sehr hoch ist. Die Sättel sind i. A. zungenförmig mit breiter Grundfläche. Außenlobus oft wenig tief. Die Schalen sind ± scheibenförmig, hochmündig, an der Außenseite verschmälert, oft mit einfachem oder gekerbtem Kiel. Berippung besteht aus schwachen Falten oder Sichelrippen; bei jüngeren zuweilen typisch trachyostrak mit niedrigen Umgängen. Verschwinden am Ende der Kreide.

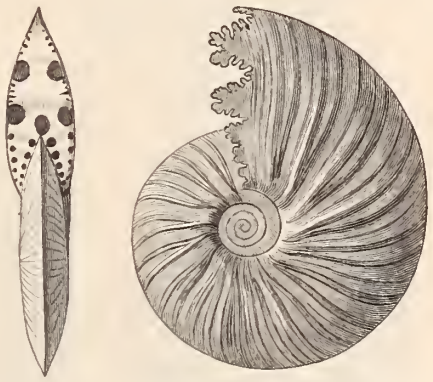


Fig. 530. *Amaltheus (Oxynoticeras) oxynotus* Qu. U. Lias (*β*). Schwäbischer Jura. Schale von vorn und von der Seite. 1/1.

Aus schwach skulptierten ceratitischen Vorläufern geht hervor

**Ptychites** Mojs. (529), mit gerundeter aber verschmälerter Außenseite und schwachen, etwas geschwungenen Falten (*Af*). Häufig im Muschelkalk, selten jünger. In Eurasien und auf Spitzbergen; selten im germanischen

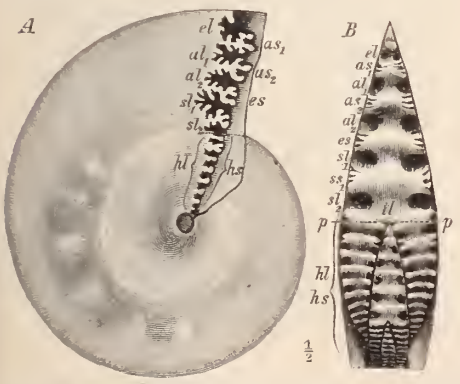



Fig. 531. *Amaltheus (Sphenodiscus) lenticularis* Owen. Ob. Kreide. Upper Missouri. *A* Schale von der Seite mit Lobenlinie. *B* Dänische Stufe. Limburg. Ansicht des Querbruches der Schale. *p—p* Projektion des vorhergehenden Umganges; *al* Adventivloben.

Fig. 532. *Amaltheus margaritatus* Brug. M. Lias. Schale von der Seite, zeigt den gekerbten Kiel. Übergangsform zu *A. (Pleuroceras) costatus* Brug. (Seitenknoten entwickelt). 1/1.

U. Muschelkalk. Ähnliche, in Jura und Kreide verbreitete, aber nur gelegentlich häufige Schalen werden als

**Amaltheus** Mkf. (484, 530—533), mit mehreren Untergattungen, zusammengefaßt. Ihre Berippung ist meist schwach sichelförmig. Außenseite zugeschärft und zuweilen gekerbt. Bei den jurassischen Formen ist die Lobenlinie meist normal (530), nicht selten aber halb ceratitisch reduziert, bei den Formen aus der jüngeren Kreide treten einige große Adventivloben auf (531), oder die Loben werden ± ceratitisch, zuweilen fast goniatitisch, **Kreideceratiten** (533).

**Trachyostrake** Zweige entstehen zu verschiedenen Malen, so im M. Lias aus dem hochmündigen *A. margaritatus* Brug. — *A. costatus* Brug. (*Pleuroceras* — 532), und als formenreiche Gruppe

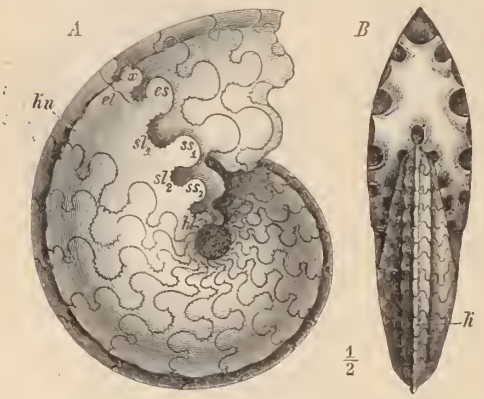



Fig. 533. *Buchiceras Ewaldi* v. B. U. Senon. Dép. du Drôme. *A* gekammerter Steinkern von der Seite, *B* von vorn. *kn* Knoten des Außenrandes. Ein Ast des Außenlobus (*el*) teilt vom breiten Außensattel einen Adventivsattel (*x*) ab. Lobenlinie ceratitisch mit Ausnahme des geteilten Adventivsattels.

Fig. 534. *Cardioceras cordatum* Sow. Unterstes Oxford. Vieil St. Remy, Ardennen. Schale von der Seite. Die Rippen (*r*) spalten sich gegen die Außenseite und kerben dieselbe (*k*).

**Cardioceras** Nmz. (534) im Callovien. In beiden Fällen werden die Umgänge niedrig, die Rippen stark und ± geknotet, und die Außenseite erscheint gekerbt, oft kielartig. *Card.* erhält sich durch den Malm.

## C. Leiostraca.

Von jüngeren Nebenreihen abgesehen, zeichnen sich die Schalen durch Mangel an Rippen und Knoten aus, dagegen sind Mundrandwülste und Einschnürungen häufig. Die Lobenlinie ist entweder serial oder doch symmetrisch geteilt.

Der Übergang zum ammonitischen Stadium vollzieht sich bei eng- oder ungenabelten glatten *Goniatiten* bes. im Perm, wo hochmündige, glatte Formen wie

**Popanoceras** Hy. (493, 535) und niedrigmündige wie **Cyclolobus** Waag. (537) fast weltweit verbreitet sind. Andrerseits gibt es noch im Alpenkeuper Schalen mit rein goniatitischer Lobenlinie, wie *Lobites* Mojs. (536). In der Trias sind 2 größere Gruppen ausgesondert

Fig. 535. *Popanoceras multistriatum* Gem. Perm. Sizilien. *A* Schale von der Seite, *B* von hinten. *C* Lobenlinie. *t* Trichterauswölbung.

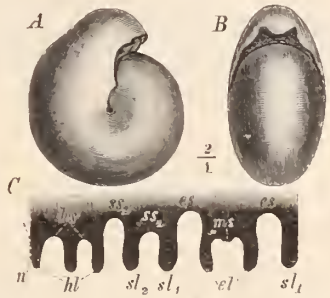



Fig. 536. *Lobites pisum* Mnstr. Alpenkeuper (Cassianer Sch.). St. Cassian, Südtirol. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn, zeigt die kapuzenförmig vorgezogene Mündung. *C* Lobenlinie.

*Arcestiden* mit langer und meist veränderter Wohnkammer und *Phylloceratiden* und *Lytoceratiden* mit kurzer, normaler Wohnkammer.

**5. Fam. Arcestidae.** Die Schalen sind stark involut, oft fast kuglig (*Globosi*), und die 1—1 1/2 Umgänge einnehmende Wohnkammer ist meist anormal verengt (538). Jünger als Trias nicht bekannt.

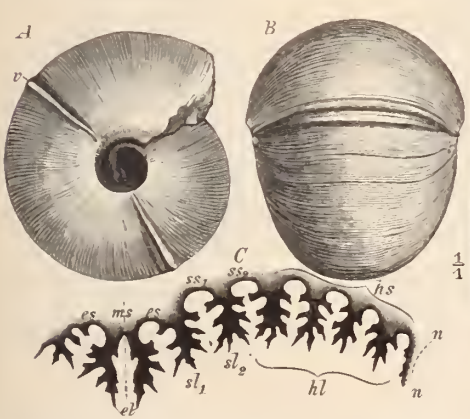



Fig. 537. *Cyclolobus Stachei* Gem. Perm. Sizilien. *A* Schale von der Seite, *B* von hinten. *v* Mündungswulst. *C* Lobenlinie.

Fig. 538. *Arcestes gigantogaleatus* Mojs Alpenkeuper (Hallstätter Kalk). Salzkammergut. Schale von der Seite. Mundrand gegen innen zu verdickt und umgebogen.

**Arcestes** Suess. (538, 539) Gradlinig aneinander gereihte, tief zerschlitzte, aber in der Mitte nicht gespaltene Loben (539). Wohnkammer meist abnorm; ihre Mündung verengt. Einschnürungen häufig. Besitzt eine weite

Verbreitung in der Mittl. und Ob. Trias Eurasiens, Kaliforniens, Spitzbergens und ist stellenweise, wie in den Hallstätter Kalken, ungemein häufig. Ebenfalls bezeichnend für die alpine Trias sind

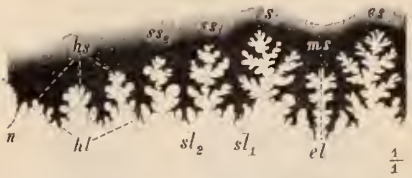



Fig. 539. *Arcestes subtridentinus* Mojs. Alpenkeuper. Bakonyer Wald. Lobenlinie. Die Sättel sind nicht zweiteilig wie bei *Joannites* (Fig. 540).

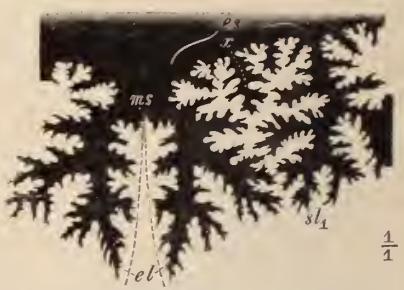



Fig. 540. *Joannites Joannis-Austriae* Kl. Alpenkeuper (Cassianer Schichten). St. Cassian, S.-Tirol. Ein Teil der Lobenlinie, bogig verlaufend. Außensattel (*es*) 2teilig (*x*), Mittelsattel (*ms*) hoch und tief zerschlitzt.

**Joannites** Mjs. (540) mit bogenförmiger Lobenlinie wie *Cyclolobus* (537) und tief gespaltenen Sätteln, sowie *Cladiscites* Mojs., ohne Einschnürungen aber meist mit Spiralstreifen und mit normaler Schale.

**6. Fam. Phylloceratidae.** Glatte, enggenabelte Schalen mit gerundeter Außenseite; oft mit Schalenwülsten und Einschnürungen. Lobenlinie serial, Sättel blattartig endigend; Wohnkammer normal. Bis in die jüngste Kreide verbreitet.

Schon triadische Formen, wie *Megaphyllites* Mojs. (541) zeigen die bezeichnenden Merkmale der Schale und der, hier noch wenig zerschlitzten, 1blättrig endigenden Lobenlinie. Die jüngeren, in Jura und Kreide vorkommenden Vertreter wie

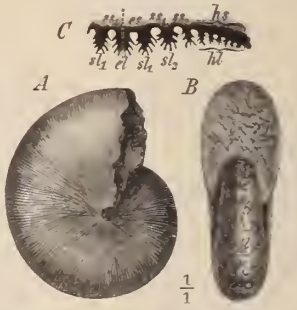



Fig. 541. *Phylloceras (Megaphyllites) Jarbas* Mnstr. Alpenkeuper (Cassianer Sch.). St. Cassian, S.-Tirol. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie (mit 4 Seiten- und mit Hilfsloben.

**Phylloceras** Sow. (495, 542, 543) haben ± tief, z. T. ungemein zierlich zerschlitzte Loben, deren Sattelenden aber immer blattförmig bleiben. Loben oft überzählig (495). Schalen wenig mannigfaltig, häufig mit Mundrändern. Reichlich in Jura und Unt. Kreide S. Europas, sonst weit verbreitet bis ans Ende der Kreide, aber meist spärlich.

Unter den triadischen Vertretern dieser Familie giebt es mäßig weitgenabelte Schalen mit wenig Hilfsloben, wie *Rhacophyllites*; ähnliche Formen setzen bis in die Kreide fort. Aus diesen haben sich zur Triaszeit oder schon früher wohl die

Fig. 542. *Phylloceras heterophyllum* Sow. Ob. Lias. England. Schale von der Seite mit eingezeichneter Lobenlinie. (Vergl. S. 292, Fig. 495).

Fig. 543. *Phylloceras ptychoicum* Qu. Ob. Malm (Tithon). Stramberg, Mähren. Schale mit vollständig erhaltener Wohnkammer und Mundrand. Querwülste auf der Außenseite. 1/1.

**7. Fam. Lytoceratidae** abgezweigt, die sich durch evolute Schalen, kaum entwickelte oder fehlende Hilfsloben und nicht deutlich blattförmig endigende, aber symmetrisch geteilte Sättel und Loben (544 *C*) unterscheiden. In Jura und Kreide häufig.

**Lytoceras** Sow. (491, 501, 544). Schale glatt oder mit queren Streifen oder blattrigen Rippen. Stehen gebliebene Mundränder (*Ab*), oft auch Einschnürungen, vorhanden. Windungen im Querschnitt kreisrund oder niedrig oval. Tritt häufig mit *Phylloceras* vergesellschaftet und in etwa gleicher geologischer Verbreitung auf. Mit Beginn der Kreide entstehen ± trachyostrake

**Nebenformen** (545—547), die sich von den ähnlichen Gestalten der *Aegoceratiden* (S. 318) durch die symmetrisch geteilte Lobenlinie unterscheiden. Kreide bezeichnend. Bei

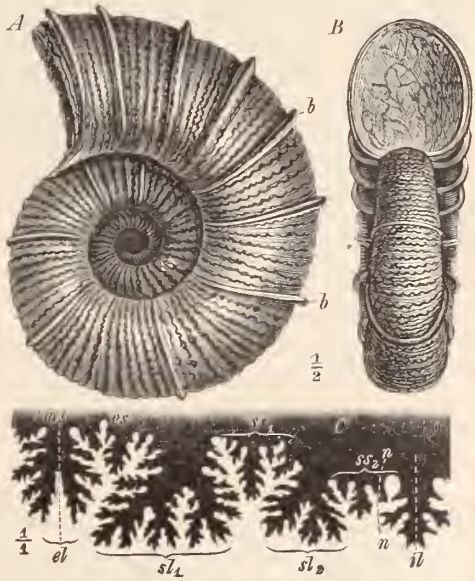



Fig. 544. *Lytoceras fimbriatum* Sow. M. Lias (γ). Charmouth, England. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *b* stehen gebliebene Mundränder, dazwischen die wellige Schalenstreifung. *C* Lobenlinie.

Solche ausgerollte Schalen sind für die

**Hamites** Perk. (545) sind die Windungen losgelöst, aber spiral- oder hakenförmig gebogen, bei **Turrilites** (546) bleiben sie in Berührung oder lösen sich erst im Alter, rollen sich aber nach Art der Schneckenschalen auf,

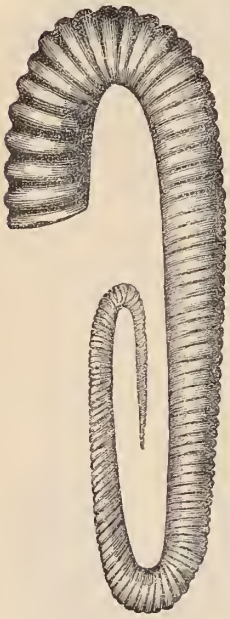


Fig. 545. *Hamites attenuatus* Sow. Gault. Restaurierte Schale. 1/1.

Fig. 546. *Turrilites catenulatus* d'Orb. Gault. Westalpen. 1/1.

Fig. 547. *Baculites anceps* Lk. Oberste Kreide (Baculitenkreide). 1/1.

wobei die Lobenlinie verzerrt wird. **Baculites** Lk. (547) besitzt eine stabförmig gestreckte Schale; nur die ersten (selten erhaltenen) Kammern sind noch spiral geblieben. *Bac.* ist bes. häufig in der jüngsten Kreide der pacifischen Region und Nordeuropas — *Baculiten*-Kreide.

## D. Heterostraca.

Die Schalen sind fast immer und zwar in der mannigfaltigsten Weise verziert, und die trachyostraken Seitenzweige der *Amaltheiden* lassen sich nur schwierig von ihnen unterscheiden. Die Lobenlinie ist zumeist normal, wird bei stark involuten und breiten Formen gelegentlich unternormal, bei hochmündigen schwach serial. Seitenfortsätze des Mundrandes, Einschnürungen und Mündungswülste nicht selten.

Zu dieser Gruppe stellt man alle Jura- und Kreideammoniten, soweit sie nicht zu den *Amaltheiden*, *Phylloceratiden* und *Lytoceratiden* gehören. Man leitet sie ab von einer glattschaligen Gruppe, die zuerst in der jüngsten

Trias auftritt und in den tiefsten Lagen des Lias in Europa und Peru mit ausgesprochener Neigung zur Rauhschaligkeit nach verschiedenen Richtungen hin auftritt,

**Psiloceras** Hy. (548). Die Schalen sind weitgenabelt, außen gerundet und glatt (*A*), ähnlich wie *Lytoceras*. Die Lobenlinie (*C*) ist normal, mit Suspensivlobus (*C su*) und blattartigen Sattelenden, was auf eine Verwandtschaft mit *Phylloceratiden* schließen läßt. Anaptychus vorhanden. Die reichlichen Variationen, die sich rasch einstellen, führen im wesentlichen zu 2 größeren Reihen, die wir als *Harpoceratiden* und *Aegoceratiden* unterscheiden. Die Abstammung vieler ihrer Gruppen ist aber nur unvollkommen festgestellt.

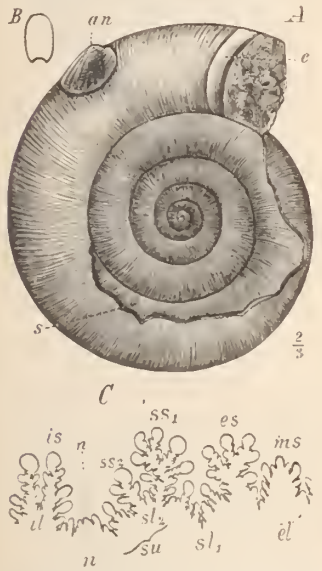



Fig. 548. *A, B Psiloceras planorbe* Sow. Unterster Lias (Psilonotenschichten). Württemberg. *A* Schale mit Mundrand (*e*) und Anaptychus (*an*). *B* Windungsquerschnitt. *C Ps. calliphyllum* Neum. Unterster Lias. Nordalpen. Lobenlinie. Die Sättel zeigen blattförmige Enden. Der 2. Seitenlobus mit den Hilfsloben zu einem Suspensivlobus (*su*) vereinigt.

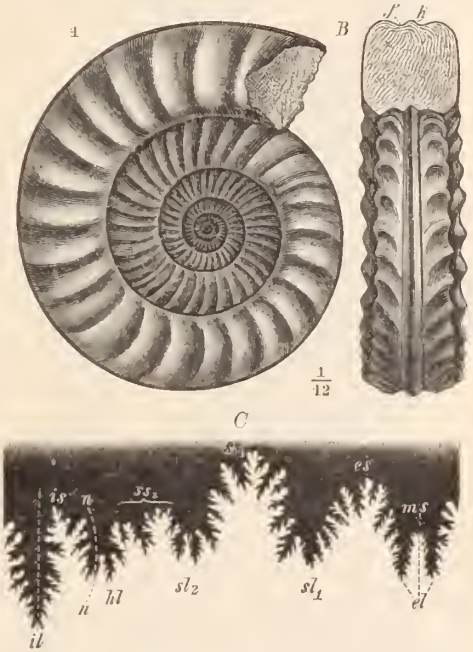



Fig. 549. *A, B Arietites Bucklandi* Sow. U. Lias (*α*). England. *A* von der Seite, *B* von vorn. *k* Kiel, *f* Furche der Außenseite. *C* Lobenlinie von *Ar. bisulcatus* Brug. U. Lias (*α*). Württemberg.

**8. Fam. Harpoceratidae.** Außenseite der Schale zugeschärft oder mit Kiel, selten gerundet. Rippen ± sichelförmig, oft in der Mitte nach vorn gezogen. Trichterfortsatz häufig, Seitenohren zuweilen entwickelt. Nebenformen unbekannt. Aptychus hornig oder kalkig, gefaltet. Hauptsächlich im Jura, in der Kreide seltener.

Schon in den tiefsten Schichten des Lias schärft sich die Außenseite bei manchen *Psiloceraten* kielartig zu, und wenn die Windungen niedrig bleiben, entsteht daraus

**Arietites** Waag. (549) mit flacher, scheibenförmiger Schale und ± weitem Nabel. Außenseite mit Kiel, der meist von 2 Furchen begleitet. Rippen ± deutlich nach vorn geschwungen, zuweilen am Außenrand geknotet. Häufig im U. Lias Europas und Südamerikas und bezeichnend für diese Abteilung.

In höheren Schichten des Lias resultieren hieraus und z. T. wohl unmittelbar aus *Psiloceras* mehr hochmündige Schalen mit sichelförmigen Rippen:

**Harpoceras** Waag. (550, 551), eine namentlich im Ob. Lias und Unt. Dogger außerordentlich häufige und außerordentlich variable Gruppe. Ein horniger Aptychus wird gelegentlich häufig in oder mit den Schalen gefunden.

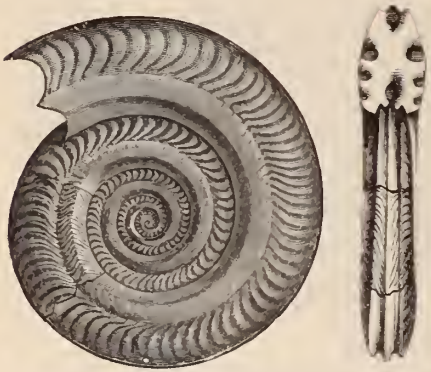


Fig. 550. *Harpoceras bifrons* Brug. Ob. Lias. Schale von der Seite und von vorn. Außenseite mit Kiel und 2 Furchen; auf der Seite verläuft eine Spiralfurche. 1/1.

Fig. 551. *Harpoceras opalinum* Rein. U. Dogger (Opalinus-Sch.). Gundershofen, U. Elsaß. Schale von der Seite, mit erhaltenem Mundrande, Trichterfortsatz und Seitenohr. 1/1.

Eine Zerlegung der Sichelrippen durch eine Spiralfurche tritt zuweilen schon bei Liasformen ein. Häufig findet sich dieses Merkmal bei den jüngeren Formen des Ob. Dogger sowie des U. und M. Malm (*Canaliculati*). Mit einer Verschiedenheit zwischen dem inneren und äußeren Teil der Rippen verknüpfen sich bei

**Oppelia** Waag. (504, 552), seit dem mittl. Dogger erscheinend, Anschwellungen oder Knoten an der Außenseite, sowie vielfach eine feine Zerteilung und ein ± serialer Bau der Lobenlinie. Der Aptychus ist kalkig und gefaltet. *Opp.* ist im Malm ungemein häufig, in der Kreide selten. Durch stachelartige Knoten an einem Teile der Rippen zeichnet sich

**Hammatoceras** Hy. (494, 553) aus, eine Gruppe, die vom Ob. Lias bis in den Mittl. Dogger verbreitet ist. Die hohe Kielhöhlung wird von der Perlmutterschicht häufig nicht ausgefüllt, sondern nur abgeschlossen, so daß ein (auf dem Steinkern unsichtbarer) Hohlkiel entsteht.

Vielleicht sind einige Ammonitengruppen des Ob. Jura und der Unt. Kreide wie *Haploceras* (502, 506) hier anzuschließen.

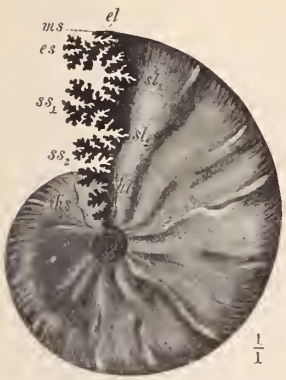



Fig. 552. *Oppelia tenuilobata* Opp. Ob. Malm. Kimmeridge. Württemberg. Bis ans Ende gekammerte Schale.

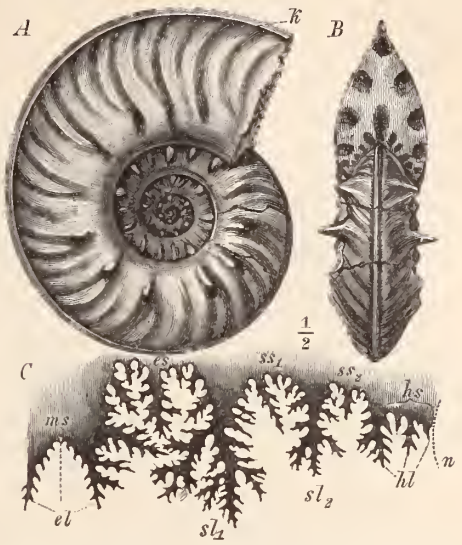



Fig. 553. *Hammatoceras Sowerbyi* Mill. M. Dogger. Frankreich. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie. *k* Hohlkiel, auf dem Steinkern fehlend.

9. **Fam. Aegoceratidae.** Schalen i. A. niedrigmündig und weitnabelig. Berippung vorwiegend ringförmig, aus geraden oder wenig

Fig. 554. *Schlotheimia angulata* Schl. U. Lias (Angulatenschichten). England. *A* Schale von der Seite, *B* von hinten. *f* glatte Außenfurche.

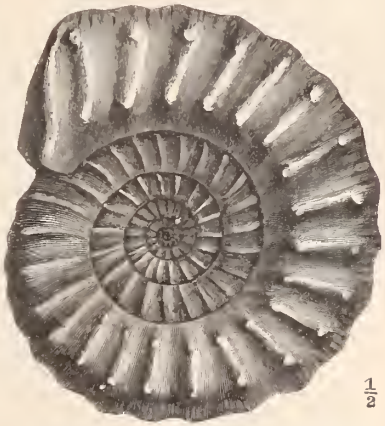



Fig. 555. *Aegoceras capricornu* Schl. Mittlerer Lias (γ). England. Großes Exemplar von der Seite mit 2 Knotenreihen und Spaltrippen auf der Wohnkammer.

gebogenen, i. A. starken und häufig gegabelten Rippen bestehend, die ununterbrochen über die Außenseite verlaufen oder hier durch ein glattes Band oder eine Furche unterbrochen sind. Knoten und Stacheln

häufig, ebenso Einschnürungen. Nebenformen im Jura, bes. in der Kreide.

*Schlotheimia* Bayl. (554) bildet sich in den tieferen Schichten des Lias ($\alpha$) aus *Psiloceras* durch Entwicklung einfacher, schwach gebogener, außen unterbrochener (*Bf*) Rippen heraus. Diese »*Angulaten*« bezeichnen ein etwas höheres Niveau des U. Lias, als *Psil.* In etwas höheren Schichten beginnt

**Aegoceras** Waag. (555). Die Rippen sind einfach und meist stärker, zuweilen geknotet; außen etwas vorgebogen oder abgeschwächt. Feinere Zwischenrippen stellen sich gegen außen zuweilen ein.

An diese im Mittl. Lias häufigen Schalen schließen sich dann 2 Reihen, die vom Oberen Lias bis zum Ende der Jurazeit herrschen und deren Nachkommen den größten Teil der Kreideammoniten umfassen. Sie zeichnen sich durch Spaltrippen aus, die in der einen Gruppe anfänglich ungeknotet bleiben und mit mehr flachen, weitgenabelten Schalen sich verknüpfen — *Planulati*, in der anderen entstehen Spaltungsknoten, womit eine Aufblähung der meist engnabeligen Schalen Hand in Hand geht — *Coronati*. Die

**Planulati** sind im Ob. Lias durch Formen wie

**Dactylioceras** Hy. (556) vertreten, werden aber erst im Ob. Dogger häufig und finden sich in Malm und U. Kreide in zahllosen Abänderungen, die als

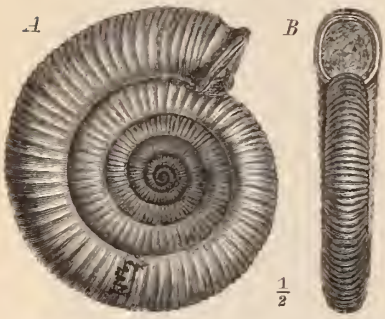



Fig. 556. *Dactylioceras commune* Sow. Ob. Lias ($\varepsilon$). England. Schale mit erhaltenem Mundrande. *A* von der Seite, *B* von vorn.

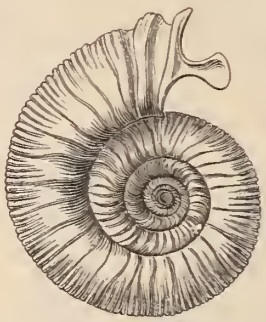


Fig. 557. *Perisphinctes polyplocus* Rein. Kimmeridge (Tenuilobatus-Sch.). Franken. Schale mit erhaltenem Mundrande und Seitenohren.

Fig. 558. *Peltoceras transversarium* Qu. U. Oxford. Frankreich. Schale von der Seite, mit rückwärts gebogenen Rippen.

**Perisphinctes** (557) zusammengefaßt werden. Die knotenlosen Rippen spalten sich 1 bis mehrere Male auf den Seiten und laufen ringförmig über die Außenseite. Einschnürungen und Seitenohren häufig. Werden die Rippen auf der Außenseite durch ein glattes Band oder eine Furche unterbrochen, so entstehen *Parkinsonia* (Ob. Dogger), *Reineckia* (oft mit Knoten — Callovien) und *Hoplites* (siehe S. 318); Formen mit geraden, oder zurückgebogenen, auch wohl geknoteten Rippen werden als *Peltoceras* (Malm — 558) bezeichnet. Die typischen

**Coronati**, wie **Stephanoceras** Waag. (503, 559) sind bes. im M. und Ob. Dogger zu Hause. Die Knoten erheben sich an der Gabelungsstelle der

Rippen. Enge mit ihnen verknüpft, aber durch ungeknotete Rippen und stark geblähte Umgänge unterschieden, erscheint

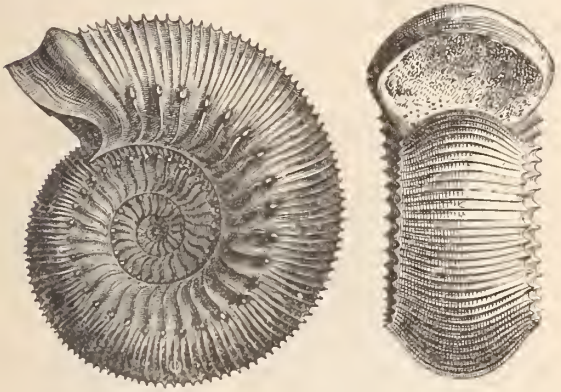


Fig. 559. *Stephanoceras Humphriesi* Sow. M. Dogger. Schale von der Seite und von vorn. Mundrand mit breitem Außenlappen.

Fig. 560. *Macrocephalites macrocephalus* Schl. U. Callovien. Ein Luftkammerstück gegen die Septalfläche gesehen. 1/1.

**Macrocephalites** Sutn. (560) an der Basis des Callovien in weltweiter Verbreitung. Habituell gleichen ihm manche aufgeblähte Formen der *Planulaten*, wie

**Aspidoceras** Zitt. (505, 561); im Malm häufig, seltener in der Unt. Kreide. Die glatten *Aptychen* (S. 295) gehören ihnen zu.

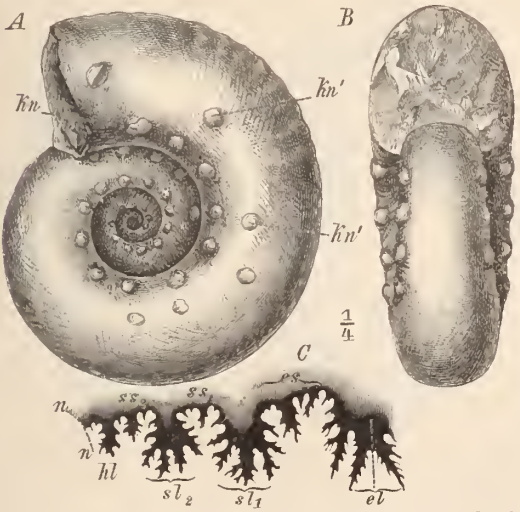



Fig. 561. *Aspidoceras acanthicum* Opp. Kimmeridge. Franken. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *C* Lobenlinie. *kn* innere, *kn'* äußere Knotenreihe.

Fig. 562. *Cosmoceras ornatum* Schl. Ob. Callovien (Ornatenton). Schwaben. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *kn* seitliche, *kn'* äußere Knotenreihe.

**Reich verzierte**, d. h. mit mehreren Knotenreihen und Außenfurche versehene Formen (*Ornati*) von unklarer Ableitung sind schon im Callovien

verbreitet — *Cosmoceras* Waag. (562). Häufig werden solche, wohl z. gr. T. aus *Planulaten* hervorgegangenen Schalen in der Kreide, wo sie als

**Hoplites** Neum. (563) u. Verw., wie *Acanthoceras*, *Desmoceras*, in einem schwer übersehbaren Heer von Formen sich entwickelten. Unter diesen heben sich gekielte Formen mit langem Trichterfortsatz (505 *Af*), die deshalb auch wohl an die *Amaltheen* angeschlossen werden, als leicht kenntlich heraus.

Fig. 563. *Hoplites auritus* Sow. Gault. Schale von der Seite.

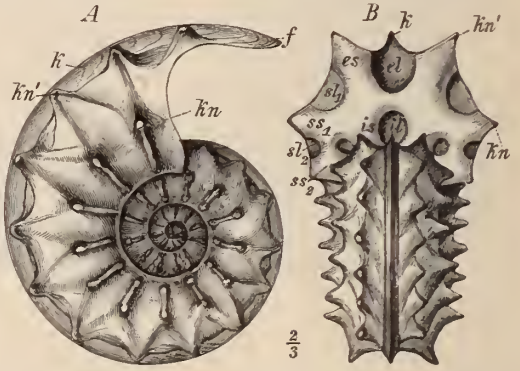



Fig. 564. *Schloenbachia Coupei* Brgt. Cenoman. Rouen. *A* Schale von der Seite, *B* von vorn. *k* Kiel; *kn* Seitenknoten; *kn'* Knoten der Außenseite; *f* stielartiger Trichterfortsatz.

**Schloenbachia** Neum. (505), in der Unt. Kreide selten, in der Oberen sehr häufig. Die zahlreichen

Fig. 565. *Crioceras Duvali* Lév. Neocom. Westalpen. Alle Umgänge spiral in einer Ebene gerollt. 1/4.

Fig. 566. *Crioceras* (*Ancyloceras*) *Matheroni* d'Orb. Aptien. Südfrankreich. Schale anfangs spiral, später gerade und hakenförmig umgebogen. 1/5.

Fig. 567. *Toxoceras bituberculatum* d'Orb. U. Gault. Frankreich. 1/1.

**Nebenformen** der *Aegoceratiden* sind zu verschiedenen Zeiten und aus verschiedenen Gruppen hervorgegangen; man unterscheidet sie von den ähnlichen Gestalten der *Lytoceratiden* oft schon an der reichlicheren Verzierung, langen Stacheln und dergl., sicher an der nicht symmetrisch geteilten

Lobenlinie. Die ältesten (*Spiroceras*) treten im Anschluß an *Cosmoceras* (S. 318) im oberen Dogger auf und reichen bis ins Callovien. Z. T. werden sie schon stabförmig. Mit Beginn der Kreide erscheinen sie reichlich und in großer Formenmannigfaltigkeit und setzten bis in die jüngsten Schichten dieser Formation fort. Ein großer Teil leitet sich von *Hopliten* (S. 318) ab. Entweder erfolgt die Ausrollung regelmäßig spiral wie bei

**Crioceras** Lév. (565) im Neocom, oder sie wachsen später erst gerade, biegen dann hakenartig um (*Ancyloceras* — 566), oder werden bogenförmig (*Toxoceras* — 567). Vom Cenoman an sind Schalen häufig, die erst gegen Ende ihres Wachstums eine teilweise Ablösung der Wohnkammer unter hakenförmigem Umbiegen zeigen wie

**Scaphites** Park. (498), eine gerade in den jüngeren Kreideschichten weltweit verbreitete Gruppe.

## Geologische Verbreitung und Verwandtschaftsverhältnisse der Ammonoidea.

Die Ammoniten sind zur Silur- und Devonzeit aus *nautiloiden* Vorfahren entstanden und erscheinen schon in dieser Zeit in mehrere Reihen getrennt, die alle oder fast alle bis in die Trias fortsetzen dürften, abgesehen von den frühzeitig rauhschaligen *Clymenien*, über deren Herkunft und Verbleib nichts weiter bekannt ist.

In der Trias gelangen die beiden Zweige der *Ceratitiden* und *Tropitiden* zu reicher Entwicklung, erstere bilden auch Nebenformen, beide werden ausgesprochen trachyostrak, ohne daß die Lobenlinie eine entspreehend tiefgreifende Zerschlitzung erfährt. Neben ihnen entfalten sich die glattschalige Gruppe der *Arcestiden* und die schwach trachyostraken *Pinacoceratiden*, deren Loben eine starke Zerschlitzung erfahren, z. T. sogar das höchste Maß in dieser Beziehung erreichen. Keine der 4 Gruppen ist mehr aus dem Jura bekannt.

Dagegen setzen die Gruppen der halbtrachyostraken *Amaltheiden* und der leiostraken *Phylloceratiden* und *Lytoceratiden*, welche zur Triaszeit mäßig tief zerschlitzte Loben besitzen, bis ans Ende der Kreide fort, i. A. unter normaler Weiterbildung der Lobenzerteilung (nur die *Kreideceratiden* bilden eine Ausnahme!). Von den *Amaltheiden* zweigen sich mehrfach kleine, rauhschalige Gruppen ab, auch die *Lytoceratiden* erhalten gelegentlich schwache Rippen, aber typisch trachyostrak wird nur ein Teil der in der Kreide reichlich erscheinenden Nebenformen.

Von glattschaligen Vorfahren mit mäßig tief zerschlitzten Loben, die bis gegen Ende der Trias nicht besonders hervortreten, stammt jedenfalls der größte Teil der *Heterostraken*, deren eigentliche Entwicklung in die Jura- und Kreidezeit fällt. Allgemein nimmt bei ihnen während dieses Zeitraumes die Verzierung zu, Nebenformen entstehen zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Gruppen, und die Zerteilung der Lobenlinie nimmt ebenfalls i. A. zu, wenn auch nicht überall in auffallender Weise.

Die 3 hervorstechenden Merkmale in der Entwicklung des *Ammonitenstammes*: Zunahme der Lobenteilung und der Verzierung sowie Bildung von Nebenformen, treten in analoger Weise, aber in abgeschwächtem Maße auch im *Nautiloideen*-Stamme hervor. Im Silur erscheinen spärlich

Nebenformen wie *Lituites* (S. 283), manche paläozoische und triadische *Nautili* sind typisch trachyostrak und bis ins Tertiär sind glatte Formen mit vertieften oder zugleich schwach vermehrten Loben (S. 286, 287) verbreitet. Nur dem im heutigen *Nautilus* endigenden Stamme kommt keines dieser Merkmale zu.

Die Verwandtschaft zwischen *Nautiloidea* und *Ammonoidea* tritt abgesehen von der Ähnlichkeit der Schalenbildung in früherer Zeit und in dem teilweise analogen Umbildungsvorgange noch durch den *Aptychus* hervor, der zeigt, daß wenigstens bei manchen Ammoniten ein kapuzenartiges Organ vorhanden war. Andrerseits deuten die visierartig geschlossenen Mündungen bei *Ammoniten* und *Nautiloideen* (*Gomphoceras*) darauf hin, daß bei beiden zuweilen weniger als 8 armartige Kopfanhänge vorhanden waren, daß also die *Naut.* in dieser Beziehung z. T. anders beschaffen waren als der heutige *Nautilus*. Was *Nautiloideen* und *Ammonoideen* sehr früh trennt, ist die konstant äußerliche Lage und der geringe Durchmesser des Sipho bei letzterem. Dazu tritt der (bei *Naut.* nur ausnahmsweise vorhandene) Außenlobus der *Ammoniten*, der sehr früh und überall in Verbindung mit der Außenlage des Sipho erscheint. Die Umwandlung des Trichterausschnitts, eines Merkmals aller *Nautiloideen*, in einen Trichterfortsatz, die später aber bei allen mesozoischen *Ammoniten* erfolgt ist, kann wohl nur auf die Verwachsung der Fußlappen zu einem geschlossenen Trichter zurückgeführt werden.

Von den 3 oben genannten Merkmalen, welche den Entwicklungsgang der *Ammoniten* beherrschen, stellt sich das eine, die fast allgemein, aber in verschiedenen Zeiten erfolgte Zunahme der Verzierungen den gleichen Erscheinungen bei Muscheln und Schnecken mit äußerer Schale zur Seite, es ist ein Merkmal der allgemeinen Fortbildung des Stammes. Das Verlassen der geschlossenen Spiralen ist nur einem Teile der *Ammoniten* eigen. Weil es sich bei verschiedenen Gruppen gerade dann einstellt, wo sie für uns verschwinden, hat man es als einen Ausdruck des Alterns des Stammes (Krüppelformen!) vor seinem endgültigen Untergange gedeutet. Analoge Bildungen bei *Gastropoden* (*Velates* S. 267) bestätigen das nicht. Das 3. für Ammoniten und einige verschwundene *Nautiliden* am meisten bezeichnende Merkmal, die komplizierte

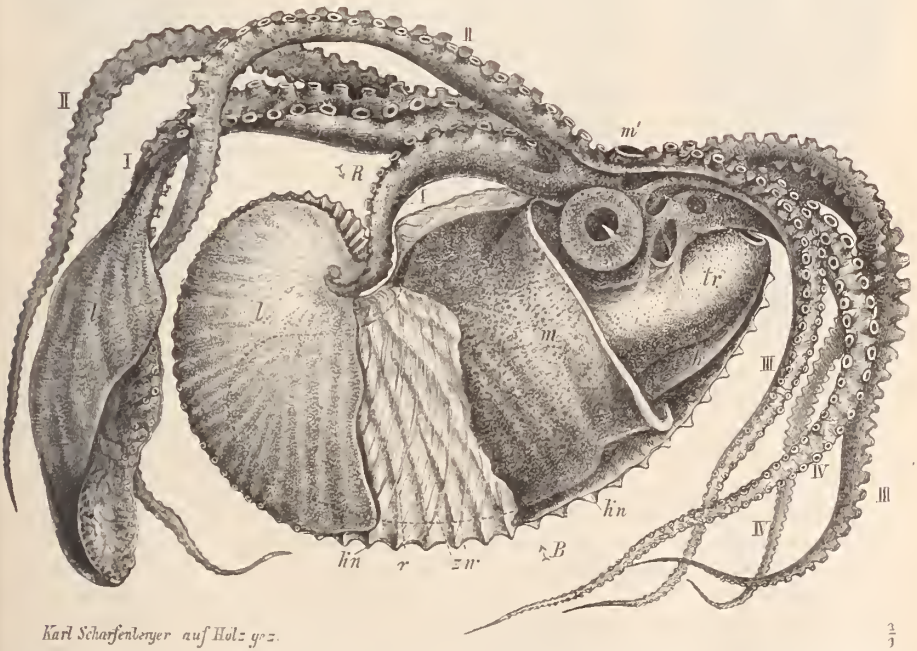
**Lobenlinie** kann nur als eine Folge der muskulösen Beschaffenheit des (bei *Nautilus* vom Haftband an weichhäutigen) Körperendes begriffen werden, da ein passives Organ eine derartige Ausgestaltung der Schale nicht hervorzubringen vermag. Ein bis ans Hinterende reichender, stark muskulöser Mantel muß bei allen Ammoniten mit rings gezackter Lobenlinie vorhanden gewesen sein, und soweit wird auch auf der Bauchseite die Mantel- (und Kiemen-) Höhle gereicht haben, die bei *Nautilus* am Haftband endigt. Denn der Eindruck der Haftbandlinie, die man bei *Ammoniten* mehrfach beobachtet hat, verläuft z. B. bei *Oppelia* (S. 295, Fig. 504) nicht quer ringförmig wie bei *Nautilus*, sondern spiral an der Rückenseite nach vorn und auch die Schalenmuskeln haben bei manchen Ammoniten nicht an den Seiten, sondern rückenständig und genähert gelegen.

Die *Ammoniten* zeichnen sich schon bald nach ihrem ersten Auftreten durch eine große horizontale Verbreitung aus. Ihre Schalen finden sich schon vom Devon an, bes. häufig, groß und vollständig erhalten in kalkigen und tonigen Hochseeabsätzen (Cephalopodenkalke), treten aber in

littoralen Bildungen, wo andre, bes. dickschalige Mollusken herrschen, mehr zurück. In den ausgesprochenen Tiefseeablagerungen des Jura und der Kreide trifft man häufig (neben pelagischen *Protozoen*) nur *Aptychen*, weil die wahrscheinlich leichter löslichen Schalen verschwunden sind (*Aptychenkalke*). Die universelle Verbreitung, eine Folge ihrer frei schwimmenden, vorwiegend pelagischen Lebensweise, hält bis in die jüngsten Schichten der Kreide an, wo alle zur Jurazeit vorhandenen Stämme: *Amaltheiden*, *Phylloceratiden*, *Lytoceratiden* und verschiedene Gruppen kleiner und großer, normaler und ausgerollter *Heterostraca* noch in Blüte stehen; auch die größten, übermannshohen Schalen sind im Senon gefunden. Um so auffallender erscheint die Tatsache, daß aus tertiären Schichten bisher noch keine Spur eines Ammoniten bekannt geworden ist, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß wir Hochseeabsätze, analog den ammonitenreichen Gesteinen des Mesozoikums aus dieser Zeit überhaupt so gut wie gar nicht kennen. Das legt die Vermutung nahe, daß sie nur scheinbar verschwunden und in der fast ganz schalenlosen, pelagisch und litoral lebenden, universell verbreiteten Gruppe heutiger *Cephalopoden* fortleben, die nach dem Besitz von 8 Armen als

## Octopoda

bezeichnet werden. Diese unterscheiden sich von *Nautilus* u. a. durch die reichlich entwickelte Muskulatur des Mantels, die auch das




Karl Scharfenberger auf Holz gez. 2/1

Fig. 568. *Argonauta argo* L. Lebend. Mittelmeer. Das Weibchen in der z. T. aufgebrochenen Schale (stark zusammengezogen). *R* Rücken-, *B* Bauchseite; *m* Mantel; *tr* Trichter; *m'* Mund; *I—IV* die 4 Armpaare, vom Rücken gegen den Bauch zu gezählt. *I* dorsales Armpaar, liegt in einem Spiralausschnitte der Schale und umfaßt mit seiner lappenartigen Verbreiterung (*l*) die Schale von hinten her bis zum Vorderrande. *r* Rippen; *zw* Zuwachsstreifen; *kn* Außenknoten der Schale.

Hinterende des Leibes rings umgibt, durch den Besitz eines röhrenförmig geschlossenen Trichters (568 *tr*), durch eine bis ans Hinterende reichende Mantelhöhle, durch 1 Paar Kiemen (statt 2), durch 8 Arme (568 *I—IV*) [statt der zahlreichen Tentakeln] und durch das Fehlen der Schale, die aber, nach der embryonalen Schalendrüse zu schließen, ursprünglich überall vorhanden gewesen sein muß. Nur das Weibchen einer einzigen, ausgesprochen pelagischen Gattung, deren Reste auch im Neogen gefunden werden,

**Argonauta** L. (568—570), besitzt eine Schale, die habituell auffallend an die Ammonitenschale erinnert. Sie ist spiral in einer Ebene aufgerollt (569), ungenabelt oder genabelt; die Außenseite ist die Bauchseite des Tieres (568 *B*). Gespaltene, nach vorn geschwungene Rippen (569 *r*) bedecken die Schale und endigen außen an Knoten (*A k*), die eine Außenfurche (*B rf*) begrenzen. Zuweilen sind die Rippen auch in spirale Knotenreihen aufgelöst.

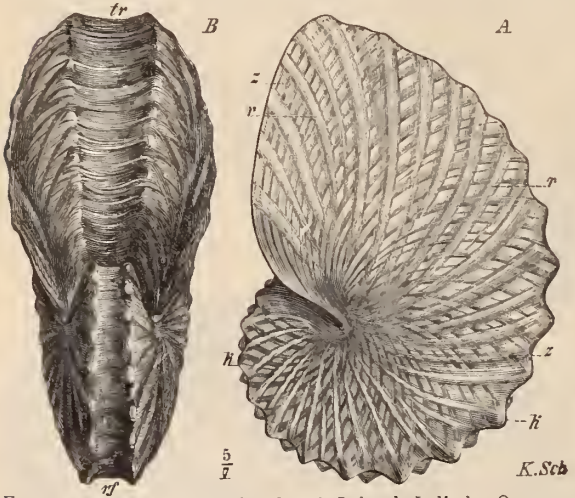



Fig. 569. *Argonauta hians* Sol. *v. Oweni.* Lebend. Indischer Ozean. *A* Schale von der Seite, *B* gegen die Mündung gesehen. *r* Rippen; *z* Zuwachsstreifung; *k* Außenknoten; *rf* Außenfurche; *tr* Trichterausbuchtung.

Fig. 570. *Argonauta hians* Sol. Lebend. Indischer Ozean. *A* junge Schale mit kegelförmigem Schalenanfang (*k*). *B* var. *gondola* Dillw. *f* Seitenfortsätze der Spiralleiste (*l*). *C* Schalenanfang. *n* konkave Embryonalfläche; *l* Achsenleiste.

Das ist eine Skulptur, wie sie ganz ähnlich bei Kreide-*Ammoniten*, z. B. *Hoplites* (563), bes. aber bei *Scaphites* (498) auftritt. Das Tier ist nun aber weder mit dem Mantel noch mit Körpermuskeln in der Schale festgeheftet, sondern sitzt frei darin (568), und das Paar verlängerter und lappenartig verbreiterter Rückenarme (*I*) umfaßt von beiden Seiten her die Schale und bildet auch das äußere der 2 Kalkblätter, aus denen die Schale besteht. Diese entsteht schon in frühester Jugend, wo der Hinterleib des Tieres noch konkav ist (570 *A n*, *C n*), zunächst als ausschließliche Absonderung des Mantels in der Form einer rasch an Weite zunehmenden Röhre (570 *A k*)

mit normalen Anwachsstreifen (570 *A*, *C*). Erst wenn die Rückenarme entwickelt sind, legt sich auf die prismatische Mantelschale eine ebenfalls prismatische Armschale fest, aber nicht lückenlos auf, und dadurch kommt die Zuwachsstreifung der Mantelschale mitten in die Schale zu liegen. In der Tatsache, daß die Zuwachsstreifung sich später spitzwinklig mit den Rippen kreuzt, liegt nach allem, was wir über diese Erscheinung bei andern Mollusken, z. B. *Trigonia* (S. 236 Fig. 336, 338) wissen, ein Hinweis, daß die Schale nicht eine Neubildung ist, sondern das Ergebnis einer langdauernden Stammesentwicklung. Luftkammern und Sipho fehlen, ebenso die Perlmutterlage, welche bei *Mollusken* vielfach im Laufe der Stammesgeschichte verschwindet.

Auch in dem andren großen Zweige der *Cephalopoden* ist die ursprünglich nautiloide Schale im Laufe der Zeit bis zum fast vollständigen Schwunde verkümmert, wenn auch auf andrem Wege. Das sind die

## 3. Ordnung: Belemnoidea.

Von der Trias an findet man *Orthoceras*-artige Schalen mit engem Sipho, die von *Orth.* (S. 282) selbst wesentlich durch folgende Merkmale geschieden sind:

a) Die gekammerte Schale — (Phragmokon — 571 *A*) beginnt mit einer kugligen oder ovalen Anfangsblase (572 *e*) und besitzt einen engen, bauchständigen Sipho (571 *Asi*) wie bei *Bactrites* und bei den *Ammoniten*.

b) Die selten vollständig zu findende Wohnkammer ist auf der Siphonal- (= Bauch-) Seite ± tief ausgeschnitten, auf der gegenüberliegenden stark verlängert und blattartig (Proostracum — 572 *po*) [was an dem dorsal konvex, seitlich nach abwärts gerichteten Verlaufe der Zuwachsstreifen hervortritt (572 *h*)].

c) Der gekammerte Schalenteil wird von einer kegelförmigen, ± verdickten Kalkscheide (Rostrum — 571 *Br*, *C*; 572 *r*) umhüllt, welche keulenförmig nach hinten fortsetzt und aus strahlig struierten, ± fest aufeinander gelegten Kalkblättern besteht.

Die Abweichungen, welche in wechselnder Ausgestaltung bei zahlreichen mesozoischen und einigen tertiären Vertretern erscheinen, deuten auf folgende Veränderungen im Verhältnis zwischen Tier und Schale hin. Die Wohnkammerwand ist auf der Bauchseite des Tieres zurückgedrängt, auf der Rückenseite verbreitert und verlängert. Die Schale ist vom Mantel umwachsen und innerlich geworden; der Mantel lagert (ähnlich wie die Rückenarme bei *Argonauta*) auf der ursprünglichen Schale eine zweite ab, die sich nach hinten keulenförmig verdickt, und in deren kegelförmiger, vorderer Höhlung — Alveole (580 *C*) der gekammerte Schalenteil größtenteils oder ganz eingeschlossen ist. Dieser Vorgang führt nun, abgesehen von der zunächst eintretenden Vergrößerung der Scheide, zu einer immer mehr fortschreitenden Verkümmerung der Schale, wie sie sich in analoger Weise mehrfach bei *Gastropoden* vollzieht, bei denen der Mantel die Schale umwächst.

Die ältesten derartigen Schalen finden sich zusammen mit den letzten echten *Orthoceraten* in der alpinen Trias. — **Aulacoceras** Hau. (571). Hier ist der Phragmokon noch sehr lang, seine Septen stehen weit auseinander (*As*). Die Schalenoberfläche ist längs gerippt (*As'*), aber die Zuwachsstreifung auf dem Rücken schwach bogenförmig konvex. Das Rostrum (*C*) ist klein, mit gekörnelter

Oberfläche (*Cg*) und 2 seitlichen Furchen (*f*) versehen, seine Kalkblätter liegen nur locker aufeinander. Bei einer andren ebenfalls in der Ob. Trias und im Lias

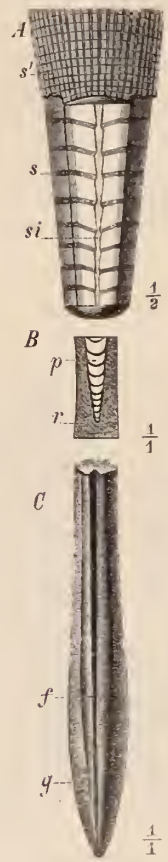



Fig. 571. Schale von *Aulacoceras*. Alpenkeuper. Salzkammergut. *A* ein Stück des vorderen Teiles der Schale angeschliffen, gegen die Bauchseite gesehen. *s'* Schale (Ostracum); *s* Scheidewände; *si* Sipho. *B* mittleres Stück der Schale bis zur Mitte durchgeschnitten, zeigt das untere Ende des Phragmokons (*p*) und das Rostrum (*r*). *C* hinterer Teil der Schale von der Seite; Rostrum mit gekörnter Oberfläche (*g*) und Seitenfurchen (*f*).

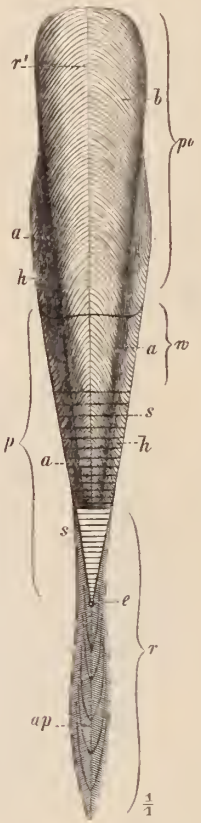



Fig. 572. Ergänzte Schale von *Belemnites* gegen den Rücken gesehen; unterer Teil (*r*) bis zur Mitte aufgeschnitten. Das verdickte Rostrum (*r*) umgibt den unteren Teil des Phragmokons (*p*); *s* Scheidewände desselben; *e* Embryonalblase; *w* Wohnkammer; *po* Proostracum; *b* dessen bogenförmige Zuwachslinien; *h* Hyperbelstreifung auf den Seiten; *a* sog. Asymptotenlinie; *ap* Mittellinie des Rostrums.

Fig. 573. Restauration eines im Abdruck erhaltenen Belemnitentieres (*Belemnoteuthis antiqua* Pearce. Ob. Callovien, Wiltshire). Die mit kurzem Rostrum (*r*) versehene Schale (*p*) liegt im Mantel (*m*) eingeschlossen; *t* Tintenbeutel. Der Kopf mit 10 Armen.

auftretenden Gattung, *Atractites* Gue., ist das Rostrum viel größer, oft unförmlich, aber glatt. In Jura und Kreide sind die gewöhnlich allein erhaltenen Rostren der Gattung

**Belemnites** List. (574—577) ungemein häufig und sehr mannigfaltig

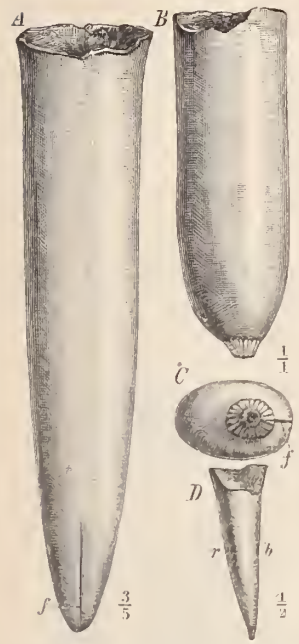



Fig. 574. *Belemnites paxillosus* Schl. M. Lias (δ). Vieux-Pont, Calvados. Scheide von der Seite. *f* Spitzenfurche. *B, C B. irregularis* Schl. Ob. Lias (ε). Heiningen, Württemberg. *B* von der Seite; *C* von unten. *f* auf die Spitze beschränkte Bauchfurche. *D B. acutus* Mill. Scheide von der Seite. *r* Rücken-, *b* Bauchseite.

Fig. 575. *Belemnites clavatus* Schl. M. Lias. England. Scheide von der Rückenseite. *f, f* die beiden Dorsolateral-Furchen.

Fig. 576. *Belemnites hastatus* Blv. Oxford. Dives, Calvados. *A* Scheide von der Seite mit der Dorsolateralfurche. *B* von der Bauchseite mit Bauchfurche (*c*). *C* Querschnitt. *c* Bauchfurche.

gestaltet. Von Fingergliedgröße bis über 0,5 m lang, spitz kegelförmig (574 *D*), fingerförmig (574 *B*) oder keulenförmig (575), auch gebogen und platt gedrückt (577), zuweilen kantig. In der Alveole steckt gelegentlich der Phragmokon in guter Erhaltung; seine Septen stehen enger (572 *s*), als bei den triadischen Formen.

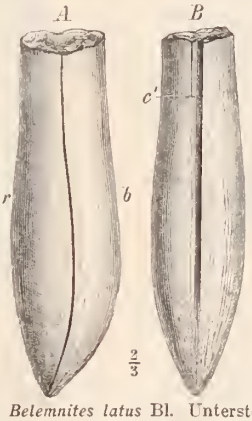



Fig. 577. *Belemnites latus* Bl. Unterste Kreide. Chardavon, Bss. Alpes. *A* Scheide von der Seite mit Dorsolateralfurche. *r* Rücken-, *b* Bauchseite. *B* dieselbe von der Rückenseite. *c'* Rückenfurche.

Meist ist die Oberfläche glatt, zuweilen gekörnelt (579) und mit Gefäßeindrücken des umhüllenden Mantels versehen (580 *A, B*). Furchen treten häufig auf und zwar als

a) Spitzenfurchen, die als 2 oder 3 kurze Vertiefungen von der Spitze ein kurzes Stück nach vorn verlaufen (574 *Af*). Spitzenfurchen zeichnen viele

Formen der Gruppe der **Acoeli** aus (574, 575), die in vielen Arten vom U. Lias — zum Ende des Doggers reichen. Hierher die keulenförmigen *Paxillosi* des Lias, die Riesenscheiden des *B. giganteus* Schl. aus Mittl. u. Ob. Dogger. Es fehlt dieser Gruppe die

b) Bauchfurche (576 *c*), welche am Alveolrande beginnt und auf der abgeplatteten Bauchseite ± tief und breit nach hinten zu verläuft. Durch dieses Merkmal sind die **Gastrocoeli** ausgezeichnet, zu denen die tief gefurchten *Canaliculati* (576) des Ob. Doggers und des Malm, sowie die vom Callovien bis zur Mittl. Kreide reichenden **Subquadrati** mit flacher, oft verschwindender Furche, aber stets abgeplatteter Bauchseite gehören. Eine schmale, tiefe

c) Rückenfurche (577 *c'*), die ebenfalls am Alveolarende beginnt, ist nur der im Ob. Malm und in der Unterkreide vorkommenden Gruppe der **Notocoeli** (577) eigen. Als

Fig. 578. *Actinocamax plenus* Blv. sp. Unterstes Turon. Essen a. d. Ruhr. Scheide gegen den Rücken gesehen. Das Alveolarende ist stumpfkegelig abgeblättert.

Fig. 579. *Actinocamax quadratus* Blv. sp. U. Senon (Quadratenkreide). Schwiechelt b. Peine, Hannover. *A* Scheide von der Bauchseite. *sp* Bauchspalt. *B* von der Rückenseite. *l* Dorsolaterallinie.

Fig. 580. *Belemnitella mucronata* Schl. sp. Ob. Senon (Mucronatenkreide). Coesfeld, Westfalen. *A* Scheide von der Seite. *b* Bauch-, *r* Rückenseite; *sp* Bauchspalt; *l* Dorsolaterallinien. *B* dieselbe von der Bauchseite. *C* Alveole von oben. *sp* Bauchspalt; *af* Rückenfurche der Alveole. *e* Gefäßeindrücke des Mantels.

d) Dorsolateralfurchen bezeichnet man ein der Rückenseite ± genähertes, schwach vertieftes, nach hinten verschwindendes Linien- oder Furchenpaar,

das schon bei *Aulacoceras* (571 *Cf*) vorhanden ist und in verschiedenen *Belemniten*-Gruppen sich wiederfindet (575 *f*, 576 *A*, 580 *A l*). Ein

e) Bauchspalt (579 *sp*, 580 *sp*), stets kurz und tief, findet sich am Alveolarende einiger Rostren der Ob. Kreide, entweder in Verbindung mit einer kurzen Alveole, die fossil leicht abblättert (578) und an Schalen, die durch eine feine Körnelung ausgezeichnet sind — **Actinocamax** (579) [Cenoman — Senon], oder gepaart mit einer am Rücken immer schwach gefurchten Alveole (580 *C af*) und einem mit verzweigten Gefäßeindrücken (*e*) versehenen Rostrum (580 *A*, *B*) — **Belemnitella** (580) [Senon-Belemnitellenkreide].

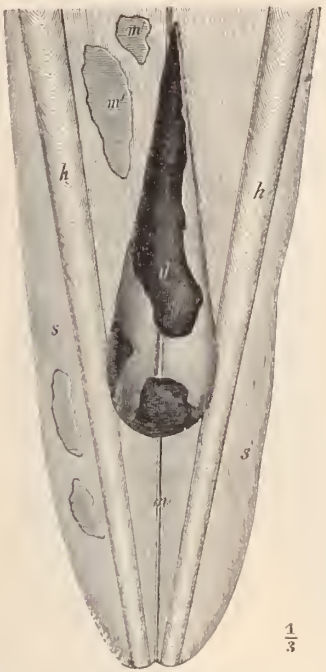



Fig. 581. *Geoteuthis Bollensis* Schübl. sp. Ob. Lias (ε). Württemberg. Der vordere Teil des Schulps ist nicht erhalten. *m* Mittellinie; *d* Tintenbeutel; *m'* Mantelreste; *h* Schalenstreifen mit hyperbolen Linien; *s* Seitenflügel.

Fig. 582. *Beloteuthis Schuebleri* Qu. sp. Ob. Lias (ε). Württemberg. Der Mittelkiel sowie die abgesetzten Seitenflügel sichtbar.

Das Proostrakum und der vordere Teil des Phragmokons werden, weil dünner nur selten, dann aber auch nicht selten mit Abdrücken des ganzen Körpers zusammen gefunden, dessen Mantelmuskulatur oft stark mit Kalksalzen getränkt ist. Die äußere Lage der ursprünglichen Schale (Konothek) verlängert sich auf dem Rücken zu einem gebogenen Blatt mit bogenförmig nach oben konvexer Zuwachsstreifung (572 *b*); von den niedrigen Seiten der Schale (*h*) ist es durch 2 gerade, nach unten konvergierende Asymptotenlinien (*a*) abgegrenzt (welche wohl in die Dorsolateralfurchen fortsetzen); an diesen beginnt die abwärtsgebogene Zuwachsstreifung der Seiten (*h*). Auf dem niedrigen vorderen Teil der Schale laufen die Streifen horizontal.

Die Abdrücke der Weichteile zeigen Mantel und Kopf mit 6, 8 oder 10 Armen, die bei manchen Formen mit Häkchen besetzt sind. Auch der Tintenbeutel ist gewöhnlich erhalten. Bei manchen dieser Funde ist die Scheide stark wie bei *Belemnites*, bei andern bildet sie nur noch einen dünnen Überzug über dem unteren Teil des Phragmokons. Solche schon in der Trias, bes. aber im Jura gefundene Formen wie *Belemnoteuthis* (573) hat man von den *Belemniten* unterschieden; sie repräsentieren alle nur ein vorgeschrittenes Stadium in der

**Rückbildung der Schale**, welche sich vielfach schon in der mesozoischen Zeit, bei andern Gruppen erst im Tertiär vollzogen hat. Denn im Jura trifft man schon reichlich Schulpe, die nur dem Proostrakum der *Belemniten* entsprechen, aber keine Spuren von Scheide und Phragmokon mehr erkennen lassen, wie die im Ob. Lias Schwabens häufigen

**Geoteuthis** Mü. (581) und **Beloteuthis** Mü. (582), welche nur aus einem dünnen, vorwiegend hornigen Blatt bestehen, oder *Trachyteuthis* v. M. u. Verw. aus dem Ob. Malm Frankens mit dicker, vorwiegend kalkiger Schale. Einige tertiäre Vorkommnisse ähneln durch ihre geraden Schalen noch sehr den *Belemniten*, bei andern beginnt der Umbildungsprozeß, der zu den lebenden Gattungen *Spirula* und *Sepia* führt, so bei

**Spirulirostra** d'Orb. (583); im Eocän und Miocän, besitzt eine bauchwärts aufgewulstete Scheide, in deren bauchwärts eingekrümmter Alveole ein entsprechend gekrümmter Phragmokon (*Bp*) mit entfernten Septen steckt. Die lebende **Spirula** Lk. (584) hat die Scheide ganz verloren, der Phragmokon ist bauchwärts (also umgekehrt, wie *Nautilus* etc.) spiral eingerollt. Der Sipho (*s*) wird von langen Septaldüten umgeben und endigt vorn in der kugligen Anfangsblase (*a*). Diese Einrollung ist wohl dadurch bedingt, daß das Tier mit seinem am Hinterende gespaltenen Mantel sich auf einer Unterlage festsaugt.

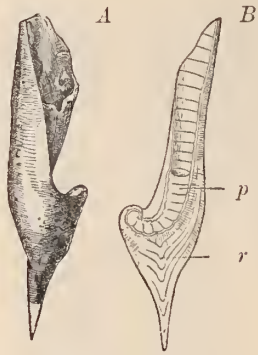



Fig. 583. *Spirulirostra Bellardi* d'Orb. U. Miocän. Turin. *A* Schale von der Seite, *B* in der Mittelebene durchgeschnitten. *p* der bauchwärts gekrümmte Phragmokon; *r* Scheide.

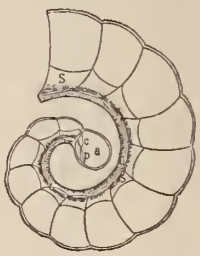



Fig. 584. *Spirula Peronii* Lk. Lebend. Erste Windung der Schale, in der Mittelebene durchgeschnitten, zeigt den erweiterten Sipho (*s*), dessen blindsackförmige Endigung (*c*) in der Embryonalblase (*a*) und seine Anheftung durch den Prosipho (*p*).

Die im Eocän vorkommende **Belosepia** Vltz. besteht aus einer kurzen, nach rückwärts gebogenen Scheide, in deren weiter Alveole die Septen am Rücken in der Richtung des Schulpes schräg nach aufwärts biegen, während sie an der Bauchseite niedergedrückt sind, und hier die Schale nach hinten umgeschlagen ist. Bei

**Sepia** Lk. (585), im Tertiär erscheinend, ist diese Umbildung noch weiter gesteigert. Der breite Schulp (Proostrakum) endigt hinten in einer kleinen,

zurückgebogenen Scheide (*r*), dessen kurze Alveole bauchwärts von einer niedrigen Wand (*g' s''*) begrenzt wird, die oft nach hinten und außen zurückgeschlagen ist. Das Tier reicht mit seinem Eingeweidesack bis auf den Boden der Alveole und hat die Septa rückwärts gegen den Schulp schräg nach aufwärts gedrängt, wo sie durch ein zartes Balkenwerk verkalkter Konchyolinmembranen untereinander verbunden, den sog. Wulst des Schulpes (*Aw*, *Cw*, *Dw*) bilden, von dem die Seitenwände des Phragmokons (»Gabel« — *Ag*) durch Asymptotenlinien (*a*) getrennt werden. Die Septallinien $E$ $s_1$—$s_3$ verlaufen bogenförmig, nur in der Mitte eben.

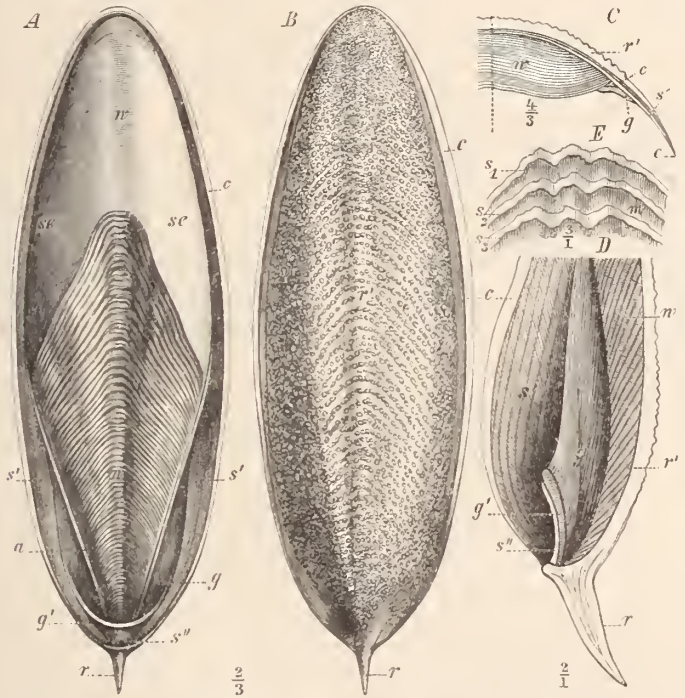



Fig. 585. Schulp von *Sepia esculenta* Hoyle. Japan. *A* Schale von der Bauchseite. *B* vom Rücken. *C* Querschnitt der Schale in ungefährer Höhe des Buchstabens *s'* Fig. *A*. *D* medianer Längsschnitt des unteren Teiles der Schale. *E* vergrößerte Ansicht der Bauchseite des Wulstes. *r* Scheide (in *D* die Mittellinie zeigend); *r'* Rückenschild; *c* die Conchyolinlamelle, welche dasselbe von der Schale trennt; *s'* Schalenwand; *s''* dieselbe der Bauchseite; *w* Wulst (dorsaler Teil der Luftkammern); *se* letzte Scheidewand; $s_3$—$s_1$ 3 successive Scheidewände von der Bauchseite; *g*, *g'* Gabel (seitlicher [*g*] und ventraler [*g'*] Teil der Schale); *a* Grenzlinie zwischen Wulst und Gabel (Asymptotenlinie).

## Geologische Verbreitung und Geschichte der Belemnoidea.

Die *Bel.* sind aus *Orthoceraten* mit *Bactrites*-ähnlicher Anfangsblase hervorgegangen, indem das Tier seinen Mantel über die Schale ausdehnte und auf der Bauchseite die Wohnkammer zurückdrängte. Dabei hat sich, wie die mesozoischen *Belemniten* zeigen, der Mantel ± lang nach hinten ausgezogen, und auf der gekammerten Schale ist eine zweite Kalkschale, die

Scheide, abgelagert worden. Dieser Prozeß hat aber weiterhin zu einer Verkümmerung der Scheide, meist bis zu ihrem vollständigen Schwunde, geführt, so daß nur noch wenige lebende *Bel.* Rudimente davon aufweisen. Dagegen ist der dorsale Teil der Wohnkammer als Proostrakum besser erhalten geblieben und jetzt noch als kalkiger oder horniger, oft äußerst zarter Schulp oder Fahne der *Decapoden* übrig geblieben. Es ist kaum wahrscheinlich, daß von allen Reihen das typische *Belemniten*-Stadium durchlaufen ist, vielmehr deuten die schon in der Trias vorhandenen, im Jura reichlich vertretenen scheidenlosen Schulpe und das Fehlen von *Belemniten* in vortriadischen Schichten darauf hin, daß sich der Reduktionsprozeß wohl auch ohne Scheidenbildung abgespielt hat.

Die heutigen *Decapoden* haben als Nachkommen der mesozoischen *Belemniten* u. Verw. zu gelten. Sie sind durch 8 gleiche und 2 längere Arme vor allen andern *Ceph.* ausgezeichnet. Ihre Mantelhöhle erstreckt sich, wie bei manchen *Ammoniten* und bei den *Octopoden* bis an das Hinterende des Körpers, ihr Trichter ist wie bei diesen röhrig verwachsen.

Die *Belemniten* sind für das Mesozoikum, i. B. für Jura und Kreide ebenso bezeichnend wie die *Ammoniten* und kommen als Reste freischwimmender Tiere auch vielfach mit ihnen zusammen vor. Besonders häufig findet man sie in feinen Tongesteinen. Als innere Schalen entbehren sie der reichlichen Verzierungen und sind daher auch für die Altersbestimmung nur in beschränktem Maße brauchbar.

## VIII. Kreis: Tunicata.

Die sog. Manteltiere, welche nach der Gesamtorganisation des erwachsenen Tieres, i. B. auch durch den Besitz eines Mantels, den *Lamellibranchiern* und *Brachiopoden* am nächsten stehen, besitzen erhaltungsfähige Skelettbildungen nur in der Form mikroskopisch kleiner Kugelsterne, verzweigter Nadeln usw. aus Kalkkarbonat, die man fossil noch nicht beobachtet hat. So weit also nicht etwa ihre Beziehungen zu andern Tierkreisen (vgl. S. 247/8) in Frage stehen, kommen sie für uns hier nicht in Betracht. Sie werden zumeist wegen des gegliederten Stranges, den die Larve besitzt in weitläufige Verwandtschaft mit den Wirbeltieren gebracht; es ist aber zu bemerken, daß das erwachsene Tier jeglicher Gliederung entbehrt.

## IX. Kreis: Vermes.

Die Würmer bilden den am wenigsten differenzierten Kreis der gegliederten, 2seitig symmetrischen Tiere. Ihr Körper ist ± gestreckt und zerfällt in eine Anzahl ähnlicher Abschnitte (Segmente, Glieder, Metameren) oder besitzt, wenn ungegliedert, paarweise angeordnete oder symmetrisch gelegene Ausführungsorgane. Die paarigen Anhänge, welche den höheren Gruppen zukommen, Stummelbeine oder Borsten, sind

abweichend von den Anhängen der Gliederfüßler und Wirbeltiere nie gegliedert.

Nur vereinzelt kommen erhaltungsfähige Hartgebilde bei den deutlich gegliederten Ringelwürmern (*Annelidae*) vor, und zwar in der Form von chitinösen, gezähnten Kieferplatten oder als ungegliederte kalkige oder agglutinierende Röhren, in denen sie wohnen. Die ersteren kennt man von den freilebenden *Raubanneliden* oder

**Errantia** (586) als sehr kleine Chitinzähne oder -Kiefer von sehr bezeichnender Form, die namentlich in paläozoischen Formationen (vom Silur an) verschiedener Gegenden, gewöhnlich gesellig, nicht selten gefunden werden, und die früher für Fischzähne (*Conodonten*) gehalten wurden (586). Die Reste der pflanzenfressenden Röhrenwürmer oder

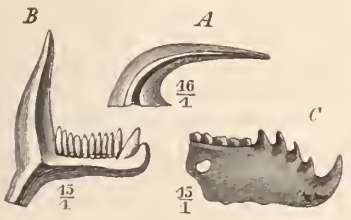



Fig. 586. Kieferstücke von Würmern aus der Unterordnung der *Errantia*. U. Silur. *A Drepanodus arenatus* Pand. *B Prioniodus elegans* Pand. Beide von Petersburg. *C Oenonites rostratus* H. Toronto. N.-Kanada.

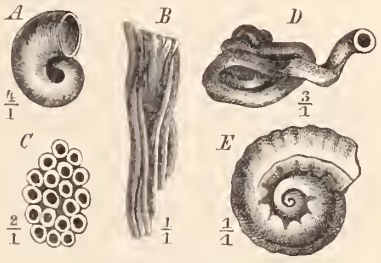



Fig. 587. *Serpula*. *A S. (Spirorbis) omphalodes* Gf. M. Devon. Eifel. *B, C S. (Galeolaria) socialis* Gf. Ob. Dogger. Elsass. *C* Querschnitt des Röhrenbündels. *D Serpula gordialis* Schl. Ob. Cenoman. Bannewitz, Sachsen. *E S. (Rotularia) spirulaea* Lam. Ob. Eocän. Vicentin.

**Sedentaria** [= *Tubicolae*] (587) kommen ebenfalls schon vom Silur an in allen Formationen häufig vor. Die Röhren sind entweder auf andern Körpern aufgewachsen (*A*) oder frei (*E*), ± gerade gestreckt (*B*), unregelmäßig gebogen (*D*) oder ± regelmäßig nach Art von Schneckenschalen spiral eingerollt (E), durch ihre Struktur von diesen aber stets unterschieden. Manchmal sind sie auch bündelweise vereinigt (*Galeolaria* — *B, C*).

Als Rückenplatten von Raubwürmern sind wahrscheinlich auch die früher für *Diatomeen* gehaltenen, 2—4 mm langen, dünnen, kalkigen Plättchen anzusehen, die als *Bactryllium* Iler. bekannt, im Muschelkalk und Keuper der Alpen und Deutschlands zuweilen gesellig vorkommen. Die rechteckigen Plättchen zeigen einen glatten Mittelstreifen und breite, schräg nach außen abfallende Seitenflächen, deren zahlreiche, nach rückwärts gerichtete Streifen auf eine Segmentierung des Tieres hindeuten.

Kriechspuren oder röhrenförmige Höhlungen in Sandsteinen rühren vielfach von fossilen Würmern her, lassen sich aber nicht sicher auf bestimmte Gruppen beziehen.

# X. Kreis: Arthropoda. Gliedertiere.

Ungleich segmentierte Tiere mit ursprünglich je 1 Fußpaare am Segment, das hauptsächlich zur Fortbewegung dient, aber sehr verschiedenen Funktionen dienstbar geworden sein kann. Ein äußeres, chitinöses, oft mit Kalk imprägniertes Skelett bedeckt den Körper und die Anhänge. Der Körper gliedert sich entweder in Kopf, Brust und Hinterleib (*Insecta*), oder alle hinter dem Kopfe gelegenen Segmente sind gleichartig (*Myriapoda*), oder Kopf und Brust sind zu einem Cephalothorax vereinigt. Die Atmung geschieht durch äußere Kiemen oder innere K. (= Lungensäcke) oder mit Hilfe verzweigter Röhren (Tracheen).

**Einteilung der Gliedertiere:**

A. **Branchiata.** Kopf und Brust fast immer zu einem Cephalothorax verschmolzen. Atmung durch Kiemen oder Lungen, selten durch Tracheen.
B. **Myriapoda.** Kopf fast nie von den übrigen gleichartigen Segmenten getrennt. Körper wurmförmig. Atmung durch Tracheen.
C. **Insecta** (*Hexapoda*). Körper des reifen Tieres in Kopf mit 1 Augenpaar, Brust mit 3 Beinpaaren und gewöhnlich 2 Flügelpaaren und Hinterleib geschieden. Atmung durch Tracheen. Devon — Gegenwart.

## A. Branchiata.

Als Kiemenatmende faßt man alle diejenigen Gliedertiere zusammen, welche ursprünglich marin und kiemenatmend (nur z. T. später zu luftatmenden geworden) eine ausgesprochene Neigung zur Verschmelzung der vorderen Glieder zu einer Kopfregion mit 6 Anhangspaaren aufweisen, und deren Gliedmaßen weder so zahlreich, einfach und gleichartig wie bei den *Myriapoden* geblieben, noch auf die geringe Zahl von 3 Paaren wie bei den *Insecta* zurückgegangen sind. Der Körper wird, abgesehen von den fossil unwichtigen Gruppen wie *Copepoden*, ursprünglich z. T. oder ganz von einem chitinösen, oft kalkreichen, ± gegliederten Panzer bedeckt, der drei verschiedene Ausbildungsformen zeigt:

a) eine ungegliederte, einfache oder 2klappige Platte bedeckt den vorderen Körperteil oder das ganze Tier: **1. Phyllocarida, 2. Phyllopoda, 3. Ostracoda.**
b) Das Tier befindet sich in einem Panzer, der aus ± zahlreichen, aber nicht deutlich hintereinander gereihten, zuweilen zu einer Kegelschale zusammengefügten Platten besteht: **4. Cirripedia.**
c) Der Panzer besteht aus einem ± breiten Kopf- oder Kopfbrustschilde, sowie aus ± zahlreichen, annähernd gleich breiten, nach hinten nicht oder nur wenig verschmälerten Rumpf- und Schwanzschildern, die aber verschiedenartige Verwachsungen eingehen können. Die Zahl und

Gestaltung der Gliedmaßenpaare ist großen Schwankungen unterworfen; entweder sind

a) zahlreiche, d. h. + als 6 Gliedmaßenpaare (darunter 1 oder 2 Antennen) vorhanden. — **5. Trilobita, 6. Isopoda, 7. Decapoda, 8. Amphipoda.** Diese faßt man mit 1—5 als **Crustacea** zusammen; oder es sind

b) nie mehr als 6 Gliedmaßenpaare (darunter keine Antennen) entwickelt; 1. Paar scheerentragend, **9. Xiphosura, 10. Gigantostraca, 11. Arachnida.** Diese werden als **Chelicerata** zusammengefaßt.

Im Kambrium und Silur sind die unter 1.—5. und 9.—10. genannten Ordnungen schon deutlich von einander geschieden, während die übrigen erst im Laufe oder am Ende der paläozoischen Zeit erscheinen.

## I. Crustacea. Krebstiere.

**1. Phyllocarida** (588). Bei der lebenden Gattung *Nebalia* besteht der Kopf aus 5, die Brust aus 8, der Hinterleib aus 2—8 Segmenten. Kopf und Brust werden von einem verkalkten, einfachen Schilde bedeckt. Ähnliche Formen, deren vordere Körpersegmente aber nicht sicher beobachtet sind, kennt man in größerer Zahl aus dem älteren Paläozoikum, entweder ebenfalls mit ungeteiltem Schild wie *Hymenocaris* Salt. (Kambrium) oder mit geteiltem wie *Ceratiocaris* M. C. (Silur). Unter letzteren finden sich vielfach Schalen mit Höcker

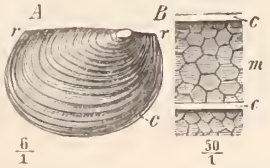



Fig. 589. *Estheria minuta* Alb. sp. U. Keuper (Lettenkohle). Sinsheim, Baden. *A* eine Klappe von der Seite. *r* Rückenrand; *c* Zuwachsstreifen. *B* vergrößerte Oberfläche der Schale mit Maschenstruktur (*m*) zwischen den Zuwachsstreifen (*c*).

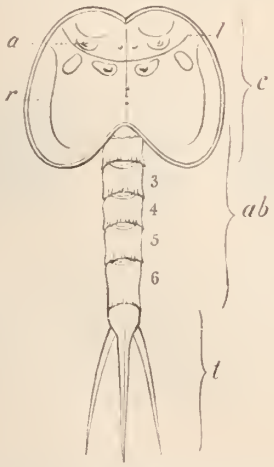



Fig. 588. *Echinocaris punctata* Hall. sp. M. Devon. N. Amerika. *c* Schild; *l* Querlinie; *a* ?Augenfleeke; *r* seitliche Längsleiste; *ab* Hinterleib mit 6 Segmenten (*1—6*) und einem dreistacheligen Endgliede (*t*).

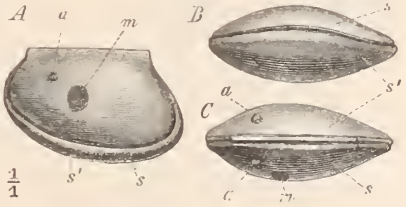



Fig. 590. *Leperditia Hisingeri* Sehm. Ob. Silur. Gotland. *A* Schale gegen die linke Klappe gesehen. *B* dieselbe von unten, *C* von oben. *s* linke, *s'* rechte Klappe; *a* Augenfleck; *m* Muskelfleck.

und Leisten, die aber keine sichere Deutung zulassen, z. B. *Echinocaris* Whitf. (588) und *Aristozoe* Barr. aus dem Devon. Die hinteren Körpersegmente und

das in mehrere Stacheln auslaufende Endglied sind bei diesen Formen gut erhalten.

**2. Phyllopoda** (Blattfüßer). Heute vorwiegend durch kleine bis mittelgroße Süß- oder Brackwasserbewohner vertreten. Der reichlich aber unbestimmt segmentierte Körper trägt blattartige Schwimmfüße mit Kiemen. Fossil finden sich häufig gesellig die dünnen, 2klappigen Schalen der Gattung

**Estheria** Rpp. (589) in Brack- und Süßwasserschichten vom Devon an. Sie gleichen auffällig den dünnschaligen *Posidonomyen* unter den Zweischalern (S. 251, Fig. 374), von denen sie mikroskopisch durch die Maschenstruktur zwischen den Zuwachsstreifen (589 *B*) unterschieden werden können. Durch diagonale Kanten unterscheidet sich die im Karbon und Perm häufige *Leaia* Jon. Den heutigen *Apus* Solff. mit ungeteiltem Schild giebt es schon seit der Trias.

**3. Ostracoda.** Die unvollkommen gegliederten Muschelkrebse, sind ganz eingeschlossen in einer 2klappigen, ovalen (aber nie konzentrisch gestreiften) Horn- oder Kalkschale, die durch einen Muskel geschlossen wird. Ihr Hinterleib ist ± verkümmert. Die zahlreichen Formen leben meist im Meere, selten im Süßwasser.

Fossil kommen ihre Schälchen, von fast mikroskopischer Kleinheit bis Bohnengröße schwankend, häufig und meist gesellig vor; sie setzen gelegentlich wie die limnische *Cypris* im Tertiär [Cypriskalk des Miocän] Gesteinsmassen fast allein zusammen. Die marinen Formen des Paläozoikums werden z. T. ziemlich groß, wie die von Kambrium—Karbon häufige und verbreitete *Leperditia* Roua. (590) mit glatter Schale und oft erkennbarem Muskel- (*m*) und Augenfleck (*a*); z. T. sind sie sehr bezeichnend verziert wie die von Silur — Perm

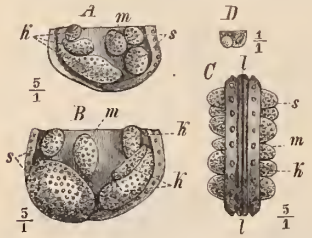



Fig. 591. *A, B, D Beyrichia tuberculata* Kld. sp. Obersilur-Geschiebe (Beyrichienkalk). N. Deutschland. *A* linke Klappe des Männchens, *B* rechte Klappe des Weibchens. *C B. Bronni* Reut. Schale gegen die Bauchseite gesehen. *k* Kopf-, *m* Mittel-, *s* Schwanzwülste; *l* Trennungslinie der beiden Klappen.

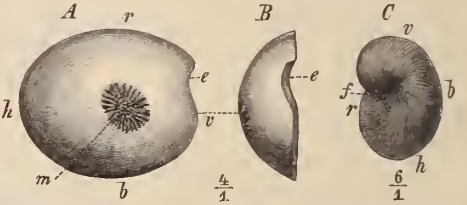
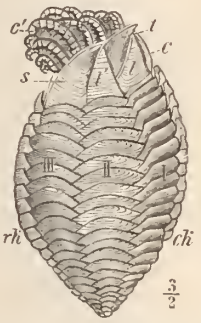



Fig. 592. *A, B Cypridina Phillipsi* Jon. Unt. Karbon. Irland. *A* rechte Klappe von der Seite, *B* von vorn gesehen. *C Entomis serratostriata* Sdh. Ob. Devon (Cypridinenschiefer). Nassau. Rechte Klappe von der Seite. *v* Vorder-, *h* Hinter-, *b* Bauch-, *r* Rückenrand der Schale; *m* Muskelfleck; *e* Antennenausschnitt; *f* Querfurche.

verbreitete *Beyrichia* M. C. (591) mit 3 Gruppen (*k*, *m*, *s*) ± geschwollener Wülste (Beyrichienkalk des obersten Silur); oder der obere Schalenrand ist nicht gerade, sondern gebogen, wie bei *Cypridina* M. E. (592) [Karbon — Gegenwart] und bei der mit bogigen Streifen versehenen *Entomis* Jon. (592 *C*) aus dem Paläozoikum (in den Cypridinenschiefern des Ob. Devons häufig). Süßwasserformen treten erst vom Karbon an auf.

**4. Cirripedia.** Sitzende Krebse, deren häutiger Mantel mit Kalkplatten bedeckt ist. Der Hinterleib trägt 6 Paar Rankenfüße. Nur marin.

Die Schalenstücke ordnen sich entweder in vertikalen Reihen, die den Körper und den häufig vorhandenen Stiel einschließen, wie bei den *Lepadidae* u. Verw. (593), die in mehreren Gattungen schon vom U. Silur an auftreten und deren Schalenstücke vom Jura an nicht selten, aber meist isoliert gefunden werden; oder sie sind ± fest zu einem sitzenden Kegel vereinigt, wie bei den *Balanidae* (594), die vielleicht schon im Paläozoikum auftreten, aber erst im Tertiär häufig werden. Die Tiere sitzen Steinen, Muscheln und dergl. auf. Die Schalen sind durch eine zellige Struktur ausgezeichnet.



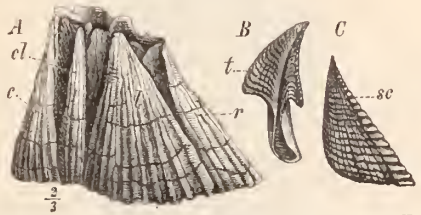




Fig. 594. *Balanus concavus* Br. Pliocän (Crag). England. *A* Schale von der Seite gesehen. *c* Carina; *cl* Carino-Laterale; *l* Laterale; *r* Rostrum. *B* isoliertes Tergum (*t*). *C* isoliertes Scutum (*sc*).

Fig. 593. *Loricula pulchella* Sow. Turon. Kent, England. Schale von der Seite gesehen, restauriert. Die Rankenfüße (*c'*) nach Analogie der lebenden Formen eingezeichnet. *I*, *II*, *III* Seitenplatten, *ck* Carinal-, *rk* Rostralplatten des Stieles; *c* Carina; *t* Tergum; *l*, *l'* Lateralia; *s* Scutum.

## 5. Trilobita.

Die *Tril.* sind marine Krebse des Paläozoikums, deren reichlich gegliederter Körper von einem ebenfalls gegliederten Rückenpanzer bedeckt wird, den man gewöhnlich allein im fossilen Zustande antrifft.

Dieses Rückenskelett (595) zerfällt der Länge nach durch 2 ± scharf durchlaufende Furchen (Rückenfurchen) in 3 Längsabschnitte (daher *Trilobiten*): 1 mittleren, die Spindel (Rhachis) oder Achse (*gl*, *sp*, *ax*) und 2 gleiche seitliche, die Seiten oder Pleuren (*wä*, *pl*, *sl*, *s'*). Diese Dreigliederung ist in der Körpermitte am vollständigsten ausgeprägt, am Vorder- und Hinterende oft nur ± gut angedeutet. In der Richtung der Längsachse folgen ebenfalls 3 Teile hintereinander:

a) Das Kopfschild (*k*), eine einfache Platte, in welcher mehrere Glieder verschmolzen sind.

b) Die Rumpfschilder (*r*), eine nicht fest bestimmte Zahl von Panzergliedern, die beweglich miteinander verbunden sind.

c) Das Schwanzschild (*s*), eine einfache Platte, in welcher wie im Kopfschilde mehrere Glieder enthalten sind.

Das **Kopfschild** (595 *k*) läßt nur in seinem mittleren Teile, der Glabella (*gl*), die Spuren der Segmentierung ± deutlich erkennen,

während die durch Rückenfurchen (*rf*) davon getrennten Seiten oder Wangen (*wa*) nur durch eine gebogene Naht (*n*) geteilt werden.

Quere Seitenfurchen (*sf*), bis zu 5 an Zahl, bezeichnen auf der Glabella die Segmente, indem sie quere Ringe oder Seitenloben erzeugen; der vorderste heißt Stirnlobus (*st*), der hinterste, gewöhnlich durch eine Nackenfurche (*nf*) gut markierte, Nackenring (*nr*); dieser setzt auch, durch die Occipitalfurche (*of*) nach vorn begrenzt, seitwärts als Occipitalring (*or*) auf die Wangen fort. Vorn ist

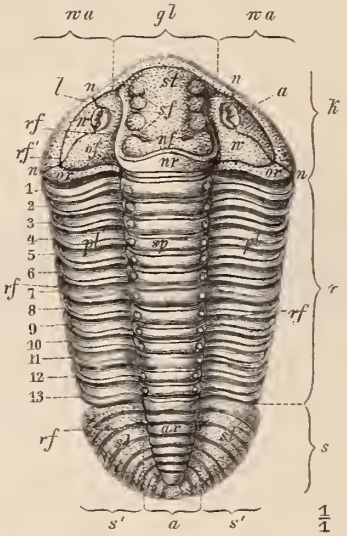



Fig. 595. Eine vollständige Trilobitenschale vom Rücken *(Calymene)*. *k* Kopfschild; *r* Rumpfschilder; *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *wa* Wangen; *w* unbeweglicher (innerer), *w'* beweglicher (äußerer) Teil derselben; *n* Gesichtsnaht; *l* Randsaum; *a* Auge; *st* Stirn; *sf* Seiten-, *nf* Nackenfurche; *of* Occipitalfurche; *nr* Nacken-, *or* Occipitalring; *rf* Rücken-, *rf'* Randfurche; *sp* Spindel; *pl* Pleuren; *a, ax* Achse; *s', sl* Seitenlappen; 1—13 die 13 Rumpfsegmente.

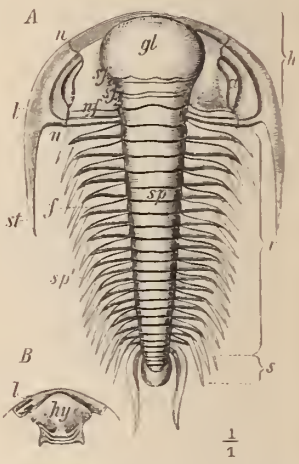



Fig. 596. *Paradoxides Bohemicus* Barr. M. Kambrium. Böhmen. *A* Schale gegen die Rückenseite gesehen. *st* Wangenstachel; *sp'* Spitzen der Pleuren; *f* Furchen derselben. *B* Stirn von der Unterseite. *l* Stirnumschlag; *hy* Hypostom. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 595.

das Kopfschild nach unten umgeschlagen, und hier heftet sich regelmäßig eine bewegliche Platte an den Umschlag, das Hypostom (596 *B hy*, 598 *hy*), hinter welchem der Mund liegt. Zuweilen beobachtet man auch noch zwischen Glabella und Hypostom eine getrennte Platte, das Schnauzenschild (598 *ss*). Faßt man diese beiden Stücke als Glieder auf, so würde das Kopfschild im ganzen aus 6 Glabellar- und 2 unteren, also im ganzen aus 8 Segmenten bestehn.

Die **Wangen** (595 *wa*) werden jederseits durch eine schräg gegen oder ‖ mit der Achse verlaufende Naht (Gesichtsnaht — *n*) in 2 Teile getrennt, die inneren, festen Wangen (*w*), mit der Glabella ein einziges Stück, das Mittelschild, bildend, und die äußeren, beweglichen Wangen (*w'*), welche sich ± leicht vom Mittelschild abtrennen und auch oft isoliert gefunden werden. Wenn ein Schnauzenschild entwickelt ist (598), erscheinen die beweglichen Wangen wie die Seiten desselben, da beide gegen innen von der Gesichtsnaht begrenzt werden. Am Innenrande der beweglichen Wangen, hart an der Gesichtsnaht, befinden sich über die Wangenfläche erhöht die

Augen (*a*), welche manchen älteren Vertretern fehlen, oder an deren Stelle sich nur ein Wulst, Augenwulst (596 *w*, 605 *a*), erheben kann. Der jenseits der Gesichtsnaht befindliche Teil der festen Wangen ist entsprechend zu einem Palpebralflügel (597 *pf*) aufgewulstet. Die Augen sind sehr verschiedenartig

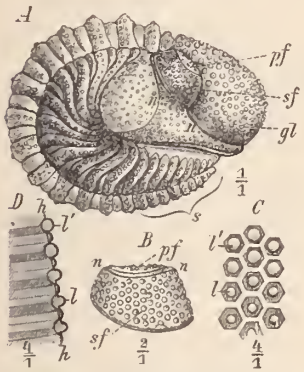



Fig. 597. *Phacops latifrons* Br. M. Devon. Eifel. *A* vollständig eingerollte Schale von der Seite. *B—D* Auge von *Phacops*. *B* von der Seite. *C* vergrößerte Oberfläche. *D* Querschnitt durch einige Linsen. *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *n* Gesichtsnaht; *sf* Sehfläche; *pf* Palpebralflügel; *h* Hornhaut; *l'* Linsen mit vollständig erhaltener, *l* mit abgewitterter Oberfläche.

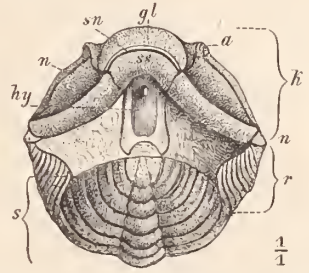



Fig. 598. *Calymene tuberculosa* Salt. Ob.-Silur. England. Eingerollte Schale von vorn, mit erhaltenem Hypostom (*hy*); dasselbe ist durch die Gesichtsnaht (*n*) vom Schnauzenschilde (*ss*) getrennt. *sn* Schnauzennaht. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 595.

gestaltet, und die fassettierte Sehfläche kann verschieden gestellt sein. Selten sind sie einfach, meist bestehen sie aus Fassetten (597 *B—D*), deren Zahl auf 15000 steigen kann.

Der Rand des Kopfschildes ist oben oft von einer Randfurche (595 *rf'*) begleitet, welche einen Randsaum (Limbus *l*) abgrenzt. An den Hinterecken kann er sich jederseits in einen Wangenstachel (596 *A st*) fortsetzen.

Die **Rumpfglieder** sind immer deutlich durch die Rückenfurchen in einen mittleren Spindelteil (595 *sp*) und in die seitlichen, fest damit verbundenen Pleuren (*pl*) geschieden. In der Spindelregion (Spindelring) tragen sie vorn

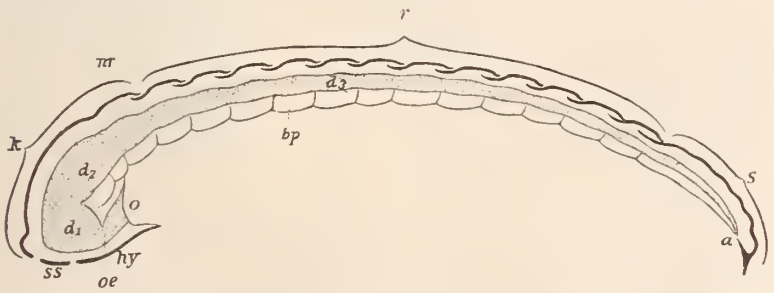



Fig. 599. Schematischer Längsschnitt durch einen *Trilobiten*. *hy* Hypostom; *ss* Schnauzenschild; *k* Kopfschild; *nr* Nackenring; *r* Rumpfschilder; *s* Schwanzschild; *bp* Bauchhaut; o Mund; *oe* Oesophagus; $d_1$ Vormagen; $d_2$ Magen; $d_3$ Darm; *a* After.

eine durch eine Furche abgegrenzte Gelenkfläche, welche unter das vorhergehende Glied greift und nur im eingerollten Zustande von außen sichtbar wird. Die meisten *Trilobiten* konnten ihren Körper derart einrollen, daß

Kopf- und Schwanzschild aufeinander gelegt wurden und die Rumpfglieder sich zu einer gewölbten Fläche verschoben (597 *A*). Die Pleuren können in Spitzen oder Stacheln auslaufen (596 *sp'*). Die Zahl der Rumpfglieder schwankt zwischen 2 und 29; sie ist oft in der gleichen Gattung nicht konstant.

Im **Schwanzschilde** (*Pygidium*) sind die Glieder zumeist im Bereiche der Achse (595 *ax*) durch Furchen angedeutet, auf den Seitenlappen (595 *sl*) oft aber nicht. Das Ende der Achse wird häufig von den Seitenlappen umfaßt.

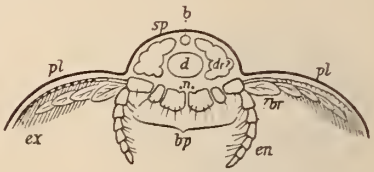



Fig. 600. Schematischer Querschnitt durch ein Rumpfsegment eines *Trilobiten*. *bp* Bauchhaut; *en* Endopodit; *ex* Exopodit; *?br* Kiemen (fraglich); *d* Darm; *dr?* Drüsen; *n* Nervenstämme; *b* Blutgefäß; *sp* Spindel; *pl* Pleuren.

Von der **Unterseite** des Panzers wird, abgesehen vom Hypostom (und Schnauzenschild) und einem schmalen Umschlage des Kopf- und Schwanzschildes selten etwas beobachtet. In der Achsenregion befand sich eine zarte Chitinhaut (600 *bp*), nach innen durch Längsleisten zum Ansatz von Muskeln verstärkt; zwischen ihr (599 *bp*) und der Spindel des Rückenschildes verlief vom Munde (*o*) ausgehend der Darmtraktus, im Bereiche der Glabella wohl aus Speiseröhre (*oe*), Vormagen ($d_1$) und Magen ($d_2$) bestehend, nach hinten in den Darm ($d_3$) fortsetzend, der vor dem Umschlage des Schwanzschildes im After (*a*) mündete.

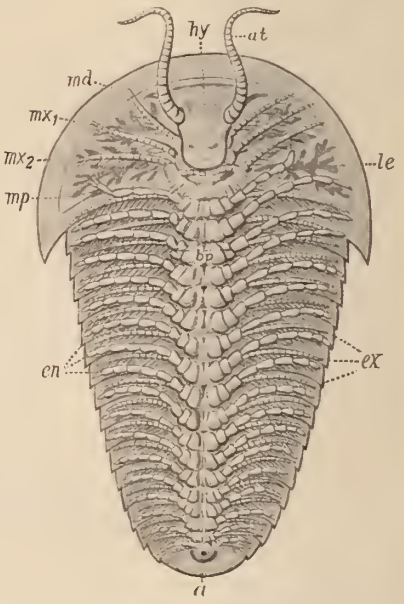



Fig. 601. Rekonstruktion der Unterseite eines *Trilobiten* nach Jaekel. *hy* Hypostom; *at* Antennengeißel; *md* Mandibularexopodit; $mx_1$ 1., $mx_2$ 2. Maxillarexopodit; *mp* Maxillipedenfuß; *le* Leberschläuche; *ex* Exopodit; *en* Endopodit; *bp* Bauchhaut; *a* After.

**Paarige Anhänge** fehlten nur den ersten 3 Gliedern (Hypostom, Schnauzenschild und 1. Stirnglied) und dem letzten Schwanzgliede. Sie waren unterhalb der Rückenfurchen angeheftet und im Bereiche der Rumpfglieder und des Schwanzschildes alle wesentlich gleichartig, d. h. sie bestanden aus einem verlängerten (600, 601 nicht gezeichneten) Basalgliede (Coxopodit), von welchem 2 Anhänge ausgehen:

a) ein innerer (Endopodit — *en*) in der Form eines einfachen, 6gliedrigen Schreitbeines und

b) ein äußerer (Exopodit — *ex*), als Schwimmorgan dienend, mit langem 1. Gliede und vielgliedrigem Endstück, an dem zahlreiche feine Borsten sitzen. Wahrscheinlich befanden sich hier auch Kiemenanhänge (? *br*).

Im Bereiche des Kopfschildes (601) sind vorhanden: zu beiden Seiten des Vorderrandes des Hypostoms eine vielgliedrige Antenne (601 *at*), dem 4. Gliede (= 2. Stirnglied) entsprechend, 3 Paar Anhänge (Kieferfüße), welche mit ihren verbreiterten Basalgliedern als Kauwerkzeuge dienten (*md*, $mx_1$, $mx_2$) und ein 4., dem Occipitalringe entsprechend, ± normales Paar (*mp*).

Vorkommen. Die *Tril.* kommen in tonigen, sandigen und kalkigen Gesteinen vom Kambrium — Devon häufig, im Karbon und Perm nur noch selten vor. In echten Tiefseeabsätzen dieser Zeiten sind sie aber nicht gefunden. Soweit man aus den noch mangelhaft bekannten Anhängen schließen kann, waren sie sowohl zum Gehen wie zum Schwimmen befähigt.

Klassifikation. Zu einer übersichtlichen Gruppierung der *Tril.* benutzt man am besten den Verlauf der Gesichtsnaht. Denn durch ihn wird die Form des Mittelschildes bestimmt, welches bei ähnlichen jüngeren Krebsformen meist allein auf der Oberseite sichtbar geblieben ist. Verläuft die Gesichtsnaht auf der Unterseite oder hart am Rande des Kopfschildes, so besitzt das Mittelschild einen ± halbkreisförmigen Umriß (603 — *Hypoparia*), läuft sie an den Seiten des Kopfschildes aus, so verbreitert sich das Mittelstück nach hinten und erscheint 3seitig (595 — *Proparia*), endigt sie am Hinterrande, so daß die Hinterecken des Kopfschildes auf die beweglichen Wangen fallen, so nimmt das Mittelschild einen ± parallelseitigen Umriß an oder ist vorn gar breiter als hinten (604 — *Opisthoparia*).

**I. Gruppe Hypoparia.** Mittelschild halbkreisförmig, da die Gesichtsnaht auf der Unterseite oder am Rande des Kopfschildes verläuft.

Hierher gehören nur wenige, in den übrigen Merkmalen weit unterschiedene, kambrische und silurische, z. T. auch noch devonische Formen. Unter diesen besitzt

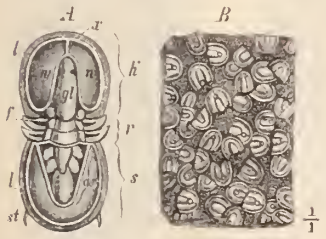



Fig. 602. *Agnostus pisiformis* L. Ob. Kambrium. Andrarum, Schonen. *A* ein vollständiger Panzer. 2/1. *B* Gesteinsstück mit vereinzelten Kopf- und Schwanzschildern.

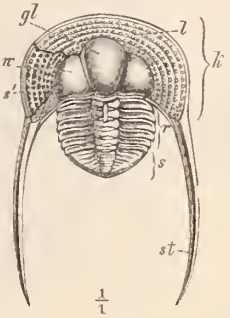



Fig. 603. *Trinucleus ornatus* Stbg. sp. U. Silur (D). Böhmen.

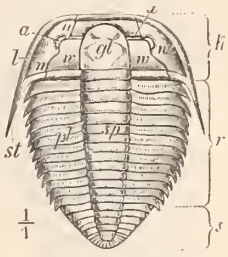



Fig. 604. *Olenus truncatus* Brünn. Ob. Kambrium. Andrarum, Schonen.

Bezeichnungen: *k* Kopfschild; *r* Rumpf-, *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *w*, *w'* Wangen; *n* Gesichtsnaht; *a* Augenhöcker; *x* Augenleiste; *st* Stacheln der Wangen oder des Pygidiums; *sp* Spindel; *pl* Pleuren; *f* Furchen derselben; *ax* Achse; *l* Randsaum, grubig (*s'*).

**Agnostus** Brgt. (602) einen sehr abweichenden Bau. Es sind kleine, einrollbare Krebse mit nur 2 Rumpfschildern und fast gleich gestaltetem Kopf- und Schwanzschild, denen eine deutliche Segmentierung abgeht.

Freie Wangen auf der Unterseite. Augen fehlen. Im Ob. Kambrium und U. Silur weltweit verbreitet. Auf U. Silur ist

**Trinucleus** Lhwd. (603) beschränkt. Hier übertrifft das breit gesäumte (*l*), in Stacheln (*st*) auslaufende Kopfschild den übrigen Körper erheblich an Breite; der hochgewölbten Glabella (*w*) fehlt die Gliederung. Es sind 6 Rumpfsegmente vorhanden. Die ähnliche Gattung *Harpes* Gf. (Silur, Devon) zeichnet sich vor allen andern *Tril.* durch den Besitz von Augenflecken jederseits der Glabella auf dem Mittelschilde aus.

**II. Gruppe Opisthoparia.** Mittelschild ± parallelseitig, weil Gesichtsnaht jederseits am Hinterrand beginnt und ungefähr parallel der Körperachse nach dem Vorderrand zu verläuft.

Diese Gruppe umfaßt fast alle kambrischen, etwa die Hälfte der silurischen und noch zahlreiche jüngere Vertreter, darunter die letzten aus Karbon und Perm.

A. Die älteren, vorwiegend kambrischen Formen zeichnen sich durch ein verhältnismäßig breites Mittelschild, un- oder wenig entwickelte Augen, zahlreiche Rumpfsegmente und kleines Schwanzschild aus, wie

**Olenus** Dalm. (604) und Verw. mit querer Augenleiste (*x*), aber nicht verbreiterter Glabella (*gl*), verhältnismäßig breiten, beweglichen Wangen (*w'*) und nur kurzen Stachelanhängen. Kambrium und U. Silur, bes. bezeichnend für Ob. Kambrium (*Olenus*-Stufe). Davon unterscheidet sich die im Kambrium Europas und N. Amerikas verbreitete

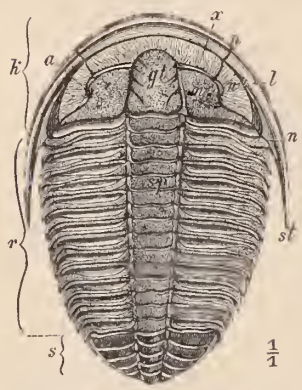



Fig. 605. *Conocoryphe striata* Emm. M. Kambrium. Böhmen. *x* Augenleiste; *a* Augenwulst.

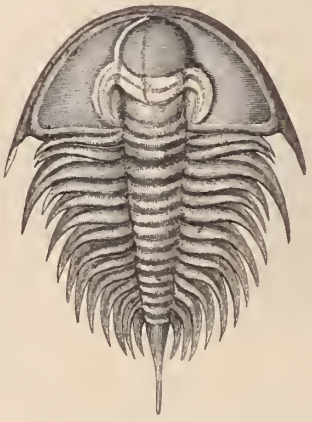


Fig. 606. *Olenellus Thompsoni* Hll. U. Kambrium. N. York.

Fig. 607. *Phillipsia gemmulifera* Phill. sp. U. Karbon. Kildare. Irland. *x* hinterer Seitenlappen; *a* Augen.

Bezeichnungen: *k* Kopfschild; *r* Rumpf; *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *sp* Spindel; *sf* Seitenfurchen; *w*, *w'* Wangen; *n* Gesichtsnaht; *l* Randwulst; *st* Wangenstachel.

**Conocoryphe** Cord. (605) durch geringere Breite der beweglichen Wangen (*w'*). Durch ± stark verbreiterte Stirn, reichliche Stachelanhänge und kurzes Schwanzschild ist ausgezeichnet

**Paradoxides** Brgt. (596), der größte (über 0.5 m) Trilobit des Kambriums, leitend für dessen mittl. Abteilung (*Paradox.*-Stufe) in Europa, N. Amerika und Australien. Hier sind die Augenwülste verlängert, bei dem ähnlichen

**Olenellus** Hll. (606) aber halbmondförmig. Das Schwanzschild wird aus einer kleinen Platte oder aus einem Stachel gebildet. Bezeichnet das Unt. Kambrium in Europa und N.-Amerika.

B. Jüngere, vom Unt. Silur—Perm reichende Vertreter besitzen meist gut entwickelte Augen und ein schmäleres Mittelschild, wie die mit Augenleisten versehene *Arethusina* Barr. des U. Silurs und die in Karbon und Perm verbreitete

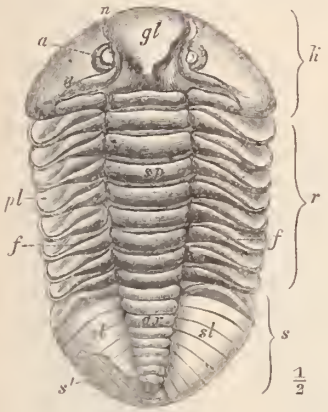



Fig. 608. *Asaphus expansus* Lin. sp. U. Silur. Christiania.

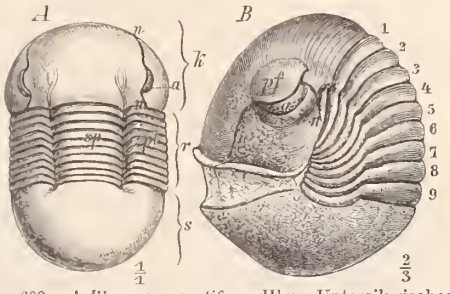



Fig. 609. *A Illaenus angustifrons* Hlm. Untersilurisches Gesehiebe. Sadewitz, Schlesien. *B Ill. (Bumastes) insignis* Hll. Ob. Silur. England. Die eingerollte Schale hat nur 9 Rumpfsegmente (*1—9*).

Bezeichnungen: *k* Kopfschild; *r* Rumpf; *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *a* Augen; *n* Gesichtsnaht; *pf* Palpebralflügel; *sp* Spindel; *pl* Pleuren; *f* Furche derselben; *ax* Achse; *sl* Seitenlappen; *s'* Streifung auf dem Steinkern.

**Phillipsia** Prtlk. (607), mit großem Kopfschilde und aus zahlreichen Segmenten bestehendem Schwanzschilde. Schon im Kambrium vertreten, aber im Unt., seltener im Ob. Silur sehr formenreich entwickelt sind die

**Asaphidae**, durch 8—10 Rumpfsegmente und ähnliche Gestaltung von Kopf- und Schwanzschild ausgezeichnet. Bei

**Asaphus** Brgt. (608) des U. Silur ist die Glabella deutlich abgesetzt, das Schwanzschild stets ± deutlich gegliedert, die Pleuren sind gefurcht, während

**Illaenus** Dalm. (609) glatte Pleuren besitzt, und die Achse im Kopfschild eben angedeutet, im Schwanzschild vollständig verschwunden ist.

Bei manchen Formen verkürzt sich die Achse im Schwanzschild, und die Seitenlappen ordnen sich radial an, wie es bei

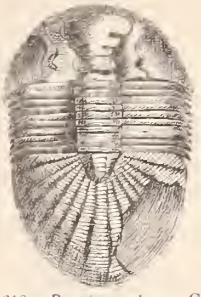


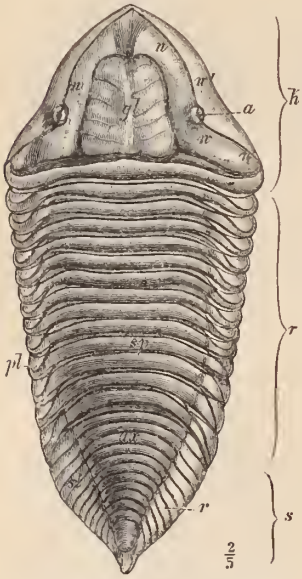
Fig. 610. *Bronteus planus* Cord. Ob. Silur. Böhmen. 2/3.

**Bronteus** Gf. (610) der Fall ist, einer im Silur und Devon, bes. Europas, nicht seltenen Gattung.

**III. Gruppe: Proparia.** Mittelschild groß, hinten breiter als vorn, weil die Gesichtsnaht an den Seiten entspringt und nach vorn gewöhnlich spitz zusammenläuft. Diese Gruppe ist fast ausschließlich im Silur und Devon verbreitet. Ihr gehören nur wenige, aber z. T. sehr häufige Gattungen an. Entweder ist

a) die Glabella vorn versehmälert, wie bei

**Calymene** Brgt. (595, 598) mit gewölbter und tief gefurchter Glabella, kleinen Augen, mäßig breiter Spindel und ausgesprochenem Einrollungsvermögen und bei **Homalonotus** Koen. (611) mit flacher, schwach gefurchter Glabella und sehr breiter Achsenregion, beide im Silur, häufig auch noch im Devon vorhanden — oder



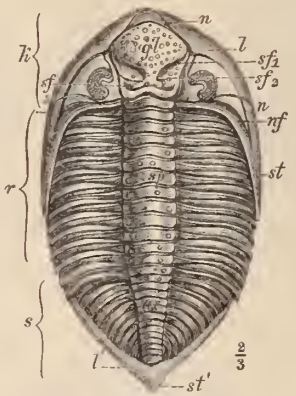




Fig. 612. *Phacops (Dalmania) caudatus* Brünn. sp. Ob. Silur. Dudley, England.

Fig. 613. *Cheirurus gibbus* Beyr. M. Devon. Böhmen. 2/3.

Fig. 611. *Homalonotus delphinocephalus* Green. Ob. Silur. Dudley, England.

Bezeichnungen: *k* Kopfschild; *r* Rumpf; *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *sf* Seitenfurchen; *nf* Nackenfurche; *n* Gesichtsnaht; *l* Randsaum des Kopfschildes, *l'* des Schwanzschildes; *pf* Palpebralflügel; *st* Wangenstachel; *sp* Spindel; *ax* Achse; *pl* Pleuren; *sl* Seitenlappen.

b) die Glabella ist vorn verbreitert, wie bei

**Phacops** Emmr. (597, 612), einer Gattung, die mit mehreren Untergattungen, wie *Dalmania* Emmr., zu den häufigsten Formen des Silur und Devon gehört. Die Augen sind sehr groß und gut entwickelt, die Schalen sehr vollkommen einrollbar. Bei den verwandten *Cheiruriden*, mit der im Silur und Devon verbreiteten Gattung

**Cheirurus** Beyr. (613), sind die freien Wangen meist klein und nach unten gebogen, die Pleuren tief ausgebuchtet oder ganz in getrennte Lappen aufgelöst.

### Geologische Verbreitung und Stellung der Trilobiten.

Die *Trilobiten* sind neben den *Brachiopoden* die einzige Tiergruppe, die wir schon aus dem Kambrium in größter Formenentfaltung und weltweiter Verbreitung kennen. Diese ältesten Vertreter besitzen zwar vielfach Augenhöcker, aber keine deutlich ausgebildeten Augen, und das Einrollungsvermögen geht ihnen zumeist ab. Mit dem U. Silur treten noch eine Anzahl neuer Gruppen hinzu, es bilden sich fassettierte Augen fast allgemein heraus, ebenso nimmt das Einrollungsvermögen zu. Die devonische Fauna steht an Formenreichtum schon erheblich hinter der silurischen zurück, mit dem Karbon tritt die Gruppe aber ganz in den Hintergrund und verschwindet im Perm.

Sie besitzen eine größere Zahl primitiver Merkmale, als deren wichtigste folgende zu nennen sind: 1. Es sind freilebende Tiere geringerer und mittlerer Meerestiefen mit Geh- und Schwimmvermögen. 2. Der Körper ist reichlich segmentiert, und es ist fast immer eine größere, aber nicht bestimmte Zahl freier Rumpfglieder vorhanden; eine wechselnde Zahl Glieder ist im Schwanzschilde, 5. Anhänge tragende, sind im Kopfschilde verschmolzen. 3. Alle Glieder mit Ausnahme des letzten und der 3 (?) vordersten tragen Anhänge; von diesen sind nur die Antennen einfach, die übrigen sind fast gleichartige Spaltfüße, welche nur am Kopfschilde eine teilweise Umwandlung zu Kauwerkzeugen erfahren haben. Andre besondere Merkmale, wie die Dreiteiligkeit des Körpers und die Abgliederung der äußeren Wangen, fehlen in dieser ausgesprochenen Form zwar den übrigen *Crustaceen*, sind aber bei *Isopoden* und *Decapoden* in ± veränderter Form noch erhalten.

Da die meisten Ordnungen der Krebse wie *Phyllocarida*, *Phyllopoda*, *Ostracoda* und *Cirripedia* schon im Kambrium oder Silur neben den *Trilobiten* als scharf ausgeprägte Gruppen bestanden haben, so kommen als etwaige jüngere Verwandte wesentlich nur die beiden Ordnungen der *Isopoda* und *Decapoda* in Betracht, die zuerst im jüngeren Paläozoikum erscheinen und vom Mesozoikum an bis heute unter den Krebsen die Stelle der *Trilobiten* vertreten. Ihr Panzer besteht aus einem Kopf- oder Kopfbrustschilde, einem ± modifizierten Schwanzschilde und einer Anzahl freier Rückenschilder. Doch ist bei ihnen die Zahl der am Aufbau des Körpers beteiligten Segmente bestimmt (20), ebenso die Zahl der Anhangspaare (13), die um ein 2. (vorderes) Antennenpaar vermehrt sind.

### 6. Isopoda. Asseln.

Freilebende oder schmarotzende Meeres-, Süßwasser- und Landtiere mit plattem, oft einrollbarem Körper, durch schmarotzende Lebensweise vielfach modifiziert.

Sie unterscheiden sich von den *Trilobiten* durch 2 Paar Antennen statt 1 (614 *a'*, *a''*), besitzen aber außer diesen ebenfalls 4 Paar Anhänge am kleinen Kopfschilde. Augen (*a*) sitzend, Gesichtsnaht fehlt. Rumpfglieder zuweilen deutlich in Spindel (*sp*) und Pleuren (*pl*) gegliedert; die vordersten 7 tragen

Gehfüße, die hinteren außerdem z. T. blattförmige Kiemenanhänge. Schwanzschild (*s*) meist klein, zuweilen mit Andeutung einer radialen Gliederung, wie bei manchen *Trilobiten* (vgl. *Bronteus* S. 341). Eine dem Hypostom entsprechende Oberlippe entwickelt. Fossile Vertreter kennt man seit dem Karbon, die lebenden Gruppen sind z. T. schon im Jura vorhanden.

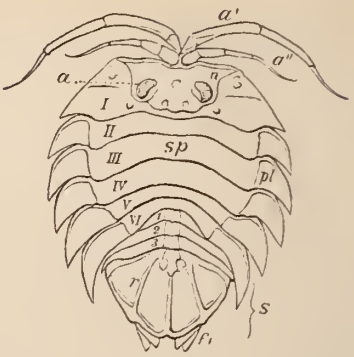



Fig. 614. *Serolis paradoxa* Fab. Punta Arenas. Magelhanstraße. Ansicht der Rückenseite. Das Kopfschild ist von dem 1., umfassenden Rumpfschilde durch eine Naht (*n*) getrennt; *a* Augen; *a'* 1., *a''* 2. Fühlerpaar; *I—VI* die ersten 6 Rumpfsegmente (das 7. nur von der Unterseite sichtbar); *sp* Spindel; *pl* Pleuren (Epimeren), auf den ersten Segmenten abgegrenzt; *1—3* die ersten 3 (freien) Hinterleibssegmente; *s* Schwanzschild mit radial angeordneten Segmenten (*r*); $f_1$ das letzte (6.) Anhangspaar des Hinterleibes. 1/1.

## 7. Decapoda.

Alle größeren und hoch differenzierten Meer- und Süßwasserkrebse, welche seit der mesozoischen Zeit bekannt sind, gehören hierher. Abweichend von dem Verhalten

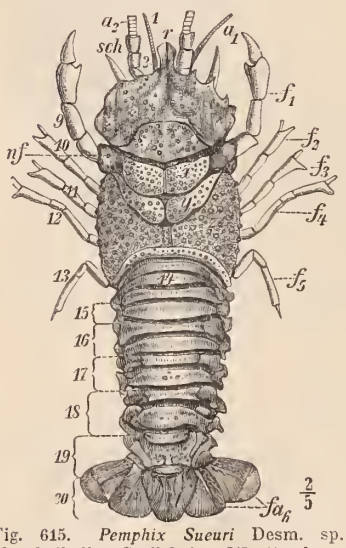



Fig. 615. *Pemphix Sueuri* Desm. sp. Muschelkalk. Crailsheim, Württemberg. (Ergänzt.) Ansicht der Rückenseite.

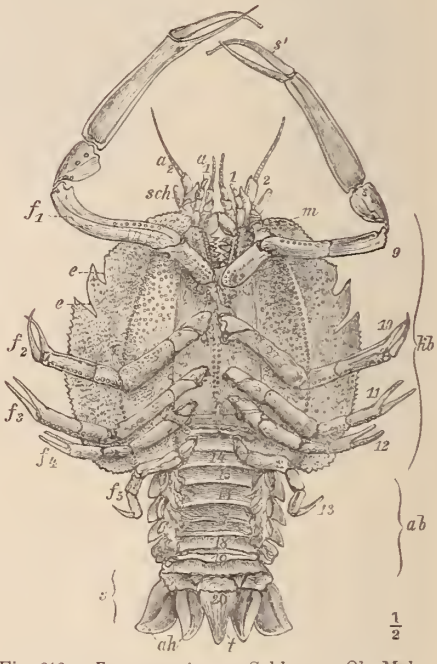



Fig. 616. *Eryon propinquus* Schl. sp. Ob. Malm. Solnhofen, Franken. Ansicht der Unterseite.

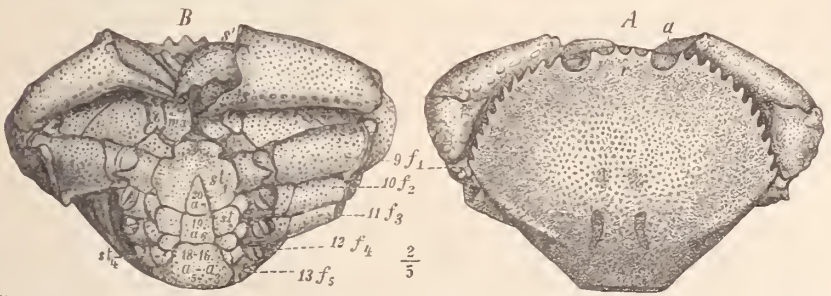
Bezeichnungen: *kb* Kopfbrust; *ab* Hinterleib; *s* Schwanzflosse; *1—20* die Körpersegmente; $a_1$, $a_2$ Antennen; $f_1$—$f_5$ Gehfußpaare; *r* Stirnfortsatz (Rostrum); *sch* Schuppe der 2. Antenne; *nf* Nackenfurche; *x* Herz-, *y* Lebergegend; *e* Seitenausschnitte des Kopfbrustschildes; *t* letztes Glied (Telson); $fa_6$, *ah* Schwimmfüße des 19. Segmentes; *s'* Scheere des 1. Fußpaares.

der *Trilobiten* ist der Kopf mit einem Teile des Rumpfes zu einer Kopfbrust verschmolzen, und diese wird von einem großen Kopfbrustschilde bedeckt. 5 Paar, z. T. mit Scheeren versehene Gehfüße vorhanden. Augen meist gestielt, seitwärts unter dem vorn schnabelförmig verlängerten Schilde (*rostrum* — 615 *r*) heraustretend.

Die triadischen und fast alle jurassischen Formen gehören zu den Langschwänzern oder **Macrura,** deren Hinterleib lang, gestreckt und mit einer ± breiten Schwanzflosse (= Schwanzschild der *Trilob.*) versehen ist. Unter ihnen sind schon verschiedene heutige Gruppen vertreten: die zu den Schwimmkrebsen (*Natantia*) gehörigen Garneelen mit zusammengedrücktem Hinterleib durch *Penaeus* Fabr. und *Aeger* Mue.; die heute nur noch in der Tiefsee vertretenen *Eryonidae* (616) mit breitem, flachem Kopfbrustschilde und flachem Hinterleib; die scheerenlosen *Loricata* durch *Mecochirus* Grmr. und die *Glyphaeidae* mit spitzem Rostrum und tiefer Nackenfurche (615 *nf*), welche zu den heutigen *Astaciden* (Hummer u. Verw.) führen. Unter diesen verdient der häufig wohlerhaltene *Pemphix* (615) des deutschen Muschelkalks hervorgehoben zu werden. Durch verkürzten und unter die Kopfbrust untergeschlagenen Hinterleib sind die **Brachyura** (Krabben) ausgezeichnet. Ihre ältesten Vertreter erscheinen schon im Perm. Vom Jura an, wo die Gattung *Prosopon* v. Mey. (617) stellenweise häufig auftritt, entwickeln sie sich reichlicher und sind im Tertiär durch zahlreiche Formen vertreten, die namentlich den heute weit verbreiteten Bogenkrabben angehören (618).

$\frac{3}{1}$

Fig. 617. *Prosopon tuberosum* v. Mey. Valengien. Boucheron, Dép. du Jura. Cephalothorax von oben. *w* Magengegend; $q_1$ vordere, $q_2$ hintere Nackenfurche; *h* Herzregion.




$\frac{2}{5}$

Fig. 618. *Harpactocarcinus punctulatus* Desm. sp. Eocän. Vicentin. *A* Männchen von der Oberseite, *B* von der Unterseite. *r* Rostrum; *a* Augenhöhle; *8—20* Segmente; *mx* Maxille; $f_1$ 1. Fußpaar mit starken Scheeren (*s*, *s'*); $f_2$—$f_5$ die folgenden 4 Fußpaare; $a_3$—$a_7$ Hinterleibsglieder; $st_1$—$st_4$ Sternite.

## II. Chelicerata.

Diese in ihren ursprünglichen Formen krebsartigen Tiere sind von den echten Krebsen durch das scheerentragende 1. Anhangspaar (Kieferfühler) und die Beschränkung der Anhänge auf 6 Paare unterschieden.

Die einzige jetzt noch lebende Meeresform von einigermaßen primitivem Bau ist der zu den

**9. Xiphosura** gehörige Molukkenkrebs,

**Limulus** Mll. (620). Die Larve (*B*) ist *Trilobiten*-ähnlich, besitzt ein breites Kopfschild, Rumpfschilder und Schwanzschild, Glabella (*gl*), Spindel (*sp*) und Pleuren (*pl*), sowie sitzende Seitenaugen (*a*) (und mittlere Punktaugen — *o*). Beim erwachsenen Tier ist das Schwanzschild zu einem Stachel (*Telson* — *t*) umgewandelt, die Rumpfschilder sind zu einem Stück (*r*) verwachsen. Das Kopfschild läßt Glabella, sowie innere und äußere Wangen unterscheiden und zeigt einen breiten, in kurze Wangenstacheln auslaufenden Randsaum, ähnlich manchen *Trilobiten* (*Trinucleus* S. 340). Um den Mund stehen 6 scheerentragende Fußpaare, von denen das 1. (vor dem Munde) klein ist (Kieferfühler). Unter dem Rumpfschilde 6 Paar blattförmige Anhänge, von denen das 1. die 5 andern, Blattkiemen tragenden bedeckt. Hinter dem Munde eine einfache Platte (*Metastom*). Mit diesen Merkmalen läßt sich *Limulus* bis zum Buntsandstein zurückverfolgen. Aus dem Karbon kennt man Formen, die im erwachsenen Zustande der *Limulus*-Larve gleichen, aber mit freien Rückenschildern versehen sind, wie **Belinurus** Kön. (619). Bei silurischen und kambrischen Vorläufern (*Hemiaspidae*) war auch das Schwanzschild noch deutlich 3gliederig, besaß aber stets einen Endstachel.

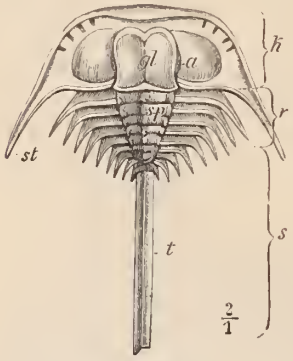



Fig. 619. *Belinurus reginae* Bail. Karbon. Irland.

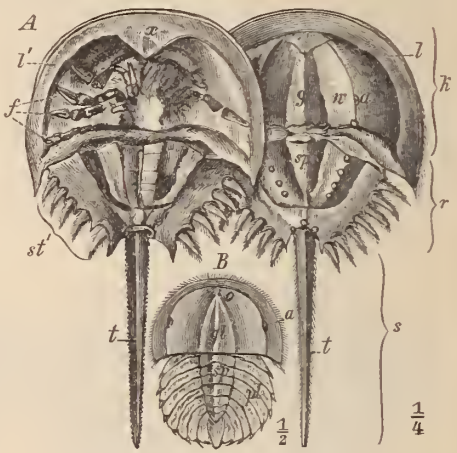



Fig. 620. *A Limulus Walchi* Desm. Ob. Malm. Solnhofen, Franken. Links: von der Unterseite. Rechts: von der Oberseite. [NB. Es sind anstatt 6 beweglicher Stacheln des Hinterleibes irrtümlich 5 und 7 gezeichnet!] *B Limulus polyphemus* Latr. Larve im Trilobiten-Stadium. Bezeichnungen: *k* Kopfschild; *r* Rumpf; *s* Schwanzschild; *gl* Glabella; *a* Auge; *o* Nebenaugen; *w* Wange; *l* Randsaum; *x* Umschlag der Unterseite; *st* Wangenstachel; *f* Füße; *sp* Spindel *pl* Pleuren; *st'* Pleurenstacheln; *t* Endstachel (Telson).

**10. Gigantostraca** (= *Eurypterida*). Große, nicht dreiteilige Tiere der paläozoischen Zeit, mit einem einfachen, halbkreisförmigen Kopfschilde und einem verlängerten Leibe aus 13 Gliedern, von denen 6 auf den Rumpf und 7 auf den wenig scharf davon geschiedenen Hinterleib entfallen; Anhänge ähnlich wie bei *Limulus* verteilt.

Diese merkwürdigen, bis 2 m langen Krebse erscheinen im Kambrium und Silur in Begleitung von Meerestieren, im Devon leben sie mit Panzerfischen im Oldred, im Karbon und Perm finden sie sich in Süßwasserablagerungen. Der häufigste Vertreter im Silur ist

**Eurypterus** Dek. (621). Die Oberseite des flachen Kopfschildes trägt ein seitliches Paar großer, sitzender (*a*) und ein mittleres Paar kleiner Punktaugen (*o*). Von den 6 Anhangspaaren ist das 1. sehr klein, die übrigen ($f_2$—$f_6$) nehmen nach hinten an Größe zu; das Endglied des letzten ($f_6$) ist flossenartig verbreitert; seine Koxalglieder, zu breiten Platten ($Bk'$) umgestaltet, umschließen das Metastom ($Bm$) und greifen auf den Rumpf über. Auf der Bauchseite ist das 1. Rumpfglied deckelartig verbreitert ($b_1$ $b_2$) und überdeckt

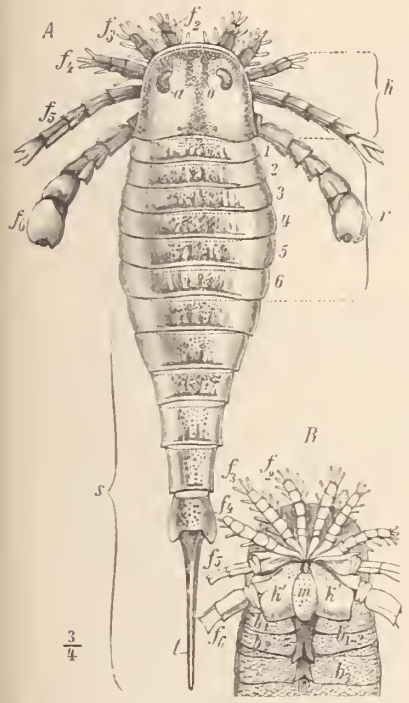



Fig. 621. *Eurypterus Fischeri* Eichw. Ob. Silur. Ösel. *A* von oben, *B* Kopf von unten. (NB. Das 1. sehr kleine, Scheeren tragende Anhangspaar ist nicht gezeichnet!)

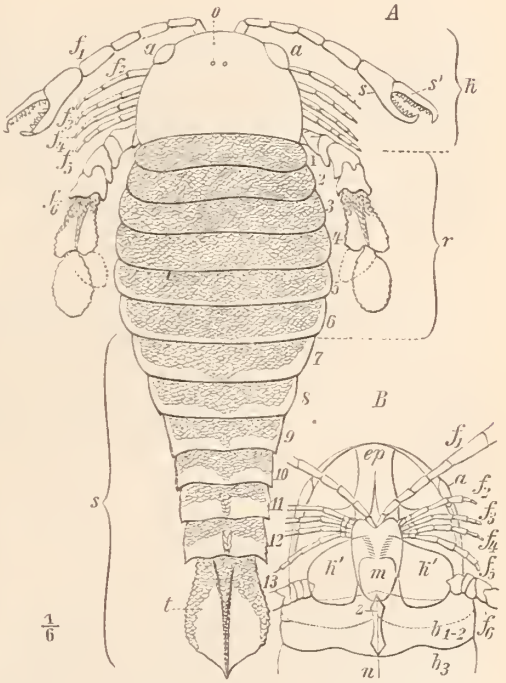



Fig. 622. *A Pterygotus anglicus* Ag. Devon. Schottland. Ansicht der Rückenseite. *B Pt. osiliensis* Schm. Ob. Silur. Ösel. Kopf von unten.

Bezeichnungen: *k* Kopfschild; *r* Rumpf; *s* Schwanz; *a* Augen; *o* Nebenaugen; $f_1$—$f_6$ Anhänge des Kopfschildes; *s*, *s'* Scheerenglieder; *1—6* Brustglieder; *7—13* Schwanzglieder; *t* Endglied; *ep* Epistom; *k'* Kauplatte des sechsten Fußpaares; *m* Metastom; $b_1$—$b_2$ Deckel; *z* Zwischenplatten; *n* Mittelnaht.

das 2., weichhäutige und die Blattkiemen. Es ist wie die folgenden in der Mittellinie gespalten. Die Hinterleibsglieder (*s*) sind ringförmig geschlossen, das letzte ist stachelartig verlängert (*t*). Häufig im obersten marinen

Silur N. Amerikas und Europas, im Karbon und Perm nur noch in Süßwasserablagerungen.

**Pterygotus** Ag. (622) bis 2 m groß, unterscheidet sich durch die randliche Stellung der Augen (*a*) und die beträchtliche Größe der Kieferfühler ($f_1$). Das Endglied (*t*) ist plattig verbreitert, das Epistom (= Hypostom der *Trilobiten*) groß. Die auch bei *Eurypterus* vorhandene feinschuppige Beschaffenheit des Panzers tritt deutlich hervor. Ob. Silur und Devon.

**11. Arachnoidea.** Die Spinnen sind luftatmende Tiere, deren Kopf 6 Paar Beine, aber keine Fühler trägt. Bei den vollkommen gegliederten Skorpionen sind die ersten 2 Paare scheerenförmig, und es folgen hinter dem Kopfe 13 Glieder, von denen die letzten 6 schmal, das Endglied gestachelt ist.

Weitere Beziehungen der Skorpione zu den *Gigantostraca* sind dadurch gegeben, daß die ältesten, aus dem Silur bekannten Skorpione Meerestiere, die jüngeren, karbonischen, vielleicht Süßwasserbewohner waren und die jüngsten Lufttiere sind. Man kennt ferner aus dem Karbon die den Skorpionen nahe stehenden Geißelskorpione (*Pedipalpae*) und echte Spinnen. Zudem noch in relativ großer Zahl Vertreter einer gesonderten Gruppe, der *Anthracomarti*, deren kurzer, gerundeter Leib aus 4—9 Segmenten besteht, wodurch sie den heutigen Afterspinnen (*Opiliones*) nahe kommen.

### Rückblick auf die Branchiata.

Die *Branchiata* sind ein sehr alter, jedenfalls schon in vorkambrischer Zeit in mehrere Gruppen gespaltener Stamm der Gliedertiere. Die durch reichlich gegliederten Panzer ausgezeichneten und fossil gut erhaltenen Ordnungen zeigen in ihren ältesten Vertretern eine Anzahl verknüpfender Merkmale. Die Kopfregion bestand allgemein, von den anhangslosen (? 2) ersten Gliedern abgesehen, aus 6 Gliedern, die bei den *Chelicerat*en sämtlich früh Anhänge entwickelten, von denen das 1. Paar scheerentragend war, während bei den *Trilobiten* nur das dem 2. Gliede entsprechende Antennenpaar bekannt ist. Durch die ausgesprochene Dreigliederung werden *Trilobiten* und *Xiphosuren* miteinander verknüpft, durch die Zahl und Natur der Anhänge diese mit den *Gigantostraken*. Aus den *Trilobiten* sind wahrscheinlich *Isopoden* und *Decapoden* unter teilweiser Erhaltung der Dreigliederung hervorgegangen, erstere unter Beibehaltung des Kopfschildes und der sitzenden Augen, letztere unter Verwachsung von Brustsegmenten mit dem Kopf zu einer Kopfbrust. Bei beiden haben sich die ursprünglich gleichartigen Gliedmaßen in verschiedener Weise verändert, indem die Spaltbeine zumeist einen Ast verloren; zudem bildete auch das 1. Segment ein Antennenpaar. Bei den *Decapoden* sind zudem die äußeren Wangen nach unten umgeschlagen und dadurch die Augen auf die Unterseite des Kopfbrustschildes gerückt.

Ein in der Stammesgeschichte verschiedener Reihen der *Branchiata* gemeinsamer Zug gibt sich in der Verkürzung des Leibes oder dem Unterbiegen desselben unter das Kopfbrustschild zu erkennen und führt bei den *Decapoden* zur Krabbenform, bei den luftatmenden *Chelicerat*en zur Spinne.

## B. **Myriapoda.** Tausendfüfsler.

Am wurmartigen, aus zahlreichen gleichartigen Segmenten bestehenden Körper scheidet sich nur der Kopf als gesonderte Leibesregion ab; nur ausnahmsweise verwachsen mit ihm mehrere Leibessegmente. Bei den *Chilopoda* sitzt an jedem Segment nur 1 Paar Beine, bei den *Diplopoda* deren 2.

Fossile *Myr.* finden sich nur gelegentlich in Süßwasserbildungen, aber schon vom Devon (Oldred) an. Die Mehrzahl der paläozoischen, meist großen Formen werden als *Archipolypoda* von den *Diplopoden* abgetrennt, weil sie nicht nur 2 Paar Beine wie diese, sondern auch 2 Rückenplatten (statt 1) an jedem Segmente führen. Fossile *Chilopoden* kennt man schon aus dem Karbon.

## C. **Hexapoda** (= *Insecta*).

Fossile Insekten sind in großer Menge bekannt (gegen 3000 Arten), aber ihr Vorkommen beschränkt sich auf Ablagerungen aus Süßwasser oder bestimmte marine Absätze, in welche sie durch die herrschenden Winde hineingetragen wurden.

Die ältesten Funde liegen aus dem Devon vor; reichlich sind sie in den Süßwasserbildungen des Karbon zu finden und ebenso in tertiären Absätzen verschiedener Länder.

Alle Abteilungen der heutigen Hexapoden sind aus mesozoischen und känozoischen Ablagerungen bekannt; die meisten jungfossilen lassen sich ohne große Schwierigkeiten in die Ordnungen und Unterordnungen der

**A. Heterometabola:**

1. *Orthoptera* (Schaben, Heuschrecken, Eintagsfliegen, Libellen),
2. *Neuroptera* (Ameisenlöwen, Köcherfliegen),
3. *Hemiptera* (Wanzen),
4. *Coleoptera* (Käfer);

**B. Metabola:**

5. *Diptera* (Fliegen),
6. *Lepidoptera* (Schmetterlinge),
7. *Hymenoptera* (Bienen, Ameisen) einreihen. Anders die paläozoischen und ein Teil der triadischen Formen. Sie werden als **Palaeodictyoptera** zusammengefaßt. Diese lassen sich nach Scudder in 3 Gruppen einteilen, welche die Charaktere der *Orthoptera*, *Neuroptera* und *Hemiptera* ± ausgeprägt zur Schau tragen. Aber die beiden Flügelpaare waren bei ihnen fast vollständig gleichmäßig entwickelt, und die dünne Flügelhaut besaß eine einfache Nervatur. Es waren zumeist große und kräftige Tiere. Erst im Mesozoikum ist die Differenzierung der Flügelpaare eingetreten. In diese Zeit fällt die Hauptentwicklung der *Heterometabola* mit Ausnahme der Käfer, welche mit den *Metabola* erst im Känozoikum und in der Gegenwart den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen. Ihre Blütezeit fällt naturgemäß mit dem Erscheinen der *Angiospermen* zusammen.

# XI. Kreis: Vertebrata. Wirbeltiere.

Innerlich segmentierte Tiere von zweiseitig symmetrischem Bau, mit höchstens 2 Paar Gliedmaßen. In der Achse des Körpers befindet sich ein ungegliederter, gallertartiger Stab (Rückensaite = *chorda dorsalis*), um welche sich fast immer ein knorpeliges oder knöchernes, gegliedertes Innenskelett (Wirbelsäule) herumlegt. Rückenwärts von der *Chorda* liegt der Hauptnervenstrang, bauchwärts die Eingeweidehöhle.

Nur selten bleibt das Skelett zeitlebens knorpelig, meist erhärtet es durch Aufnahme von Kalksalzen (Knochen) und wird dadurch erhaltungsfähig. Es legt sich z. T. im Innern des Körpers an und wird knorpelig vorgebildet — Innenskelett, z. T. entsteht es ohne knorpelige Anlage von der Haut aus — Hautskelett. Ein knöchernes

### A. Hautskelett

findet sich besonders auf den niederen Stufen der Fische, Amphibien und Reptilien entwickelt. Hierher gehören die Schuppen, Flossenstrahlen und -stacheln der Fische, die Zähne, sowie die knöchernen Hautplatten, welche sich bei Fischen und höheren Wirbeltieren finden und oft, bes. am Schädel mit dem Innenskelett in Verbindung treten (Deckknochen).

Die **Zähne**, in ihrer einfachsten Form von Hautschuppen nicht unterscheidbar, bekleiden die Mund- und oft auch die Kiemenhöhle, bei niederen Formen meist in größerer Zahl, bei höheren nur noch in einer Reihe auf den Kieferrändern. Sie bleiben entweder lebenslänglich in Gebrauch, oder es entstehen unter oder neben ihnen neue, die an ihre Stelle treten. Zahnwechsel).

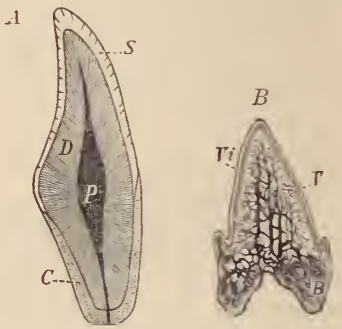



Fig. 623. *A* Schematischer Längsschnitt durch einen Säugetierzahn mit echtem Dentin (*D*). *C* Zement, die Wurzel bekleidend; *P* einfache Pulpahöhle; *S* Schmelz, die Krone bekleidend. *B* Desgleichen durch einen Selachierzahn mit typischem Vasodentin (*V*, mit weiten Haversischen Kanälen). *B* Wurzel; *Vi* Vitrodentin.

Auf der Wurzel (623 *BB*) erhebt sich die frei herausragende Krone, entweder kegelig zugespitzt (Fangzahn — 693 *B*, 704 *A*), oder meißelförmig

(Schneidezahn — 761 *i*), oder als ebene, häufiger höckerige Platte (Mahl- oder Kauzahn — 646, 647). Der Hauptsache nach bestehen die Zähne aus Zahnsubstanz mit zahlreichen feinen Kanälen (623 Dentin *A D*), die von einer weiten Ernährungshöhle (Pulpa *A P*) ausgehen, oder diese durchsetzt das Dentin in der Form verzweigter Kanäle (Vasodentin *B V*). Die Krone wird zumeist von einer harten Schmelzschicht (Email — *A S*), die Wurzel oft von einem Knochengewebe (Zement *A C*) umkleidet, das gelegentlich auch die Krone überzieht.

Die **Schuppen**, welche bei den Fischen als Körperbedeckung weit verbreitet sind, finden sich bei niedern Vierfüßlern (i. B. den *Stegocephalen* — 693 *sch*, *b*) vielfach noch in der Form eines Bauchpanzers mit reihenförmig angeordneten Schuppen. Bei den niedern Reptilien und Vögeln haben sich die Schuppenreihen unter Verminderung ihrer Zahl in Bauchrippen umgewandelt, die von der Haut bedeckt werden (699, 705 *Ab*); mit den echten Rippen stehen sie in keiner Beziehung. Das

### B. Innenskelett

zerfällt in das Achsenskelett, mit Kopf-, Rumpf- und Schwanzteil, und in das Gliedmaßenskelett. Das Achsenskelett setzt sich zusammen aus

a) der Wirbelsäule; diese stellt eine Reihe meist beweglicher, oft auch verwachsener Körper von wesentlich ähnlichem Bau (Wirbel) dar, die die Rückensaite bis zu ihrem vollständigen Verschwinden umschließen. Ferner aus

b) dem Kopfskelett, dem vordersten, sehr verwickelt gebauten Teil des Achsenskeletts, welches das Hirn und die Mundhöhle umschließt.

a) **Wirbelsäule.** Am Wirbel unterscheidet man die zuerst in der Wirbelreihe erscheinenden, oberhalb und unterhalb der *Chorda* entstehenden Spangenpaare als obere und untere Wirbelbögen (624, *ob*, *ub*); jene umfassen das Rückenmark (*N*), diese (im Bereich des Schwanzes) das Blutgefäß. Dazu tritt die von der Chordascheide gebildete Skelettmasse, zunächst als ein ringförmiger, unter Einschnürung der Chorda sich füllender Körper, Wirbelzentrum (*c* + *ch*), der mit den Bögen verwächst und mit ihnen zusammen den Wirbel bildet (624, 625). Wirbelkörper (624 *k*) heißt das Wirbelzentrum samt den plattenartigen Basen der Bögen.

Die Verknöcherung ergreift zuerst die Wirbelbögen, dann bilden sich vom Wirbelzentrum ein Paar Knochenstücke oder ein noch von der Chorda durchbohrter Ring (Hohlwirbel), der sich schließlich füllt und mit den oberen Bögen verschmilzt. Bleibt die Chorda zwischen je zwei Wirbeln bestehen, so erscheinen diese beiderseits ausgehöhlt (bikonkav oder amphicöl — 700), schwindet sie zwischen ihnen, so berühren sich die Wirbel und gelenken, entweder mit vorderem Kopf und hinterer Grube (opisthocöl — 732 *A*) oder umgekehrt (procöl). Vorn und hinten abgeplattete Wirbel heißen biplan.

Die Bogenstücke eines Wirbels können distal zu einem oberen und unteren Dornfortsatze (624—626 *od*, *ud*) verwachsen; letzterer ist fast ganz auf die Schwanzwirbel beschränkt.

Die Basis der unteren Bögen verknöchert bei den meisten Vierfüßlern gar nicht, bei andern und bei den Fischen verknöchert sie und verwächst mit dem Wirbelkörper (625 *i*) oder schiebt sich zwischen zwei Wirbelkörper ein — Interzentrum.

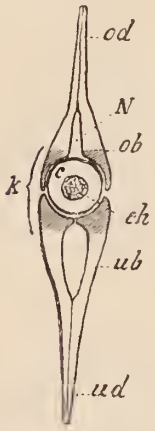



Fig. 624. Schwanzwirbel eines Fisches im Querschnitt, schematisch.

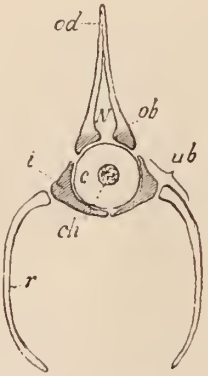



Fig. 625. Rumpfwirbel eines Fisches, schematisch.

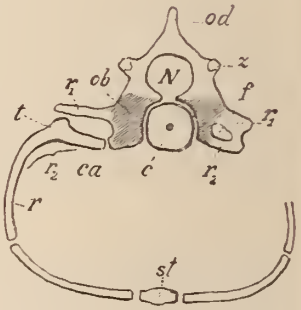



Fig. 626. Rückenwirbel (links), bez. Halswirbel (rechts) eines Säugetieres, schematisch.

*c* Chordascheide (Wirbelzentrum); *ch* Chorda; *ob* obere Bögen mit Dornfortsatz (*od*); *ub* untere Bögen mit Dornfortsatz (*ud*); *i* deren basaler Teil (Interzentrum); *r* Rippe; *N* Rückenmarkskanal; *ca* Rippenkopf (Capitulum); *f* Foramen transversarium; $r_1$ oberer Rippenfortsatz (Querfortsatz); $r_2$ unterer Rippenfortsatz; *st* Sternum; *t* Rippenhöcker (Tuberculum); *z* Gelenkfortsatz. Schraffiert sind die Teile der Wirbelbögen, die an der Bildung des Wirbelkörpers (*k*) teilnehmen.

In der Rumpfregion gliedern sich die Fortsätze der oberen oder unteren Bögen meist als Rippen (*r*) ab, die die Leibeshöhle umschließen. Bei den Vierfüßlern ist das proximale Ende der Rippe gegabelt, entsprechend einem oberen und einem unteren Rippenfortsatz (626, $r_1$ u. $r_2$); der eine oder andre derselben kann mit dem Wirbelkörper verwachsen — Querfortsatz ($r_1$). Aus der Verwachsung der verbreiterten distalen Rippenenden geht das Brustbein (sternum — *st*) hervor, das den Fischen noch fehlt. An den oberen Bögen bilden sich Gelenkfortsätze (Zygapophysen) nach vorn (vordere — *z*) und nach hinten (hintere).

Verwachsung der Wirbel tritt bei Vierfüßlern mit normal entwickelten Hintergliedmaßen in der Beckengegend ein. Bei Reptilien, Vögeln und Säugern bildet ein aus wenigstens 2 Wirbeln bestehender Komplex von Sakralwirbeln das Kreuzbein (*sacrum*), dessen verschmolzene Rippen das Becken tragen.

b) **Kopfskelett.** Das Kopfskelett besteht zumeist aus zwei Teilen von wesentlich verschiedenem Ursprung:

1. dem anfangs knorpelig angelegten Primordialkranium mit Visceralskelett.

2. den nicht knorpelig vorgebildeten Deckknochen, die dem Hautskelett angehören.

Diese verschiedenen Elemente treten bei den meisten Wirbeltieren in innige Verbindung und bilden unter allmählicher Verknöcherung der anfangs knorpeligen Innenteile den Schädel.

Ein knorpeliger Schädel (ohne Deckknochen) ist nur bei niederen Fischen vorhanden; bei vielen älteren Fischen und einigen Amphibien bilden die Deckknochen einen ± geschlossenen Kopfpanzer, bei manchen Fischen, bei den meisten Amphibien und Reptilien verknöchert die Hirnkapsel teilweise und bei einigen Reptilien sowie bei den Vögeln u. Säugetieren ganz. Mit zunehmender Verknöcherung des Primordialkraniums treten die Deckknochen zurück, während die Knorpelknochen sich ± fest vereinigen oder verschmelzen.

Die **primären**, aus dem Primordialkranium hervorgegangenen Knochen sind hauptsächlich (627):

Hinterhauptbeine (*Occipitalia—os*), welche das Eintrittsloch des Rückenmarks (*foramen magnum*) umschließen;

Keilbeine (*Sphenoidalia*), bilden die Basis des Knorpelschädels vor dem Hinterhauptbeine.

Dazu kommen noch 3 oder 4 paarige Stücke der Gehörregion und mehrere Stücke der Geruchsregion.

Von **Deckknochen** sind hervorzuheben:

Das Parasphenoid (654, 674 *ps*) als Dach der Mundhöhle bei Fischen und Amphibien, bei höheren Tieren verschwindend.

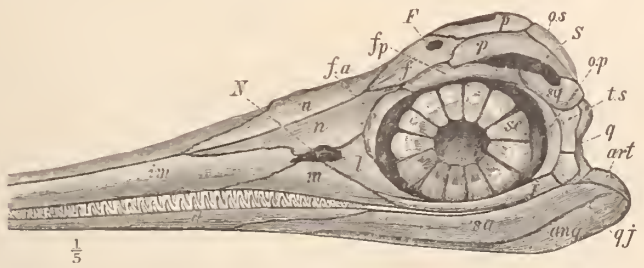



Fig. 627. *Ichthyosaurus tenuirostris* Conyb. Ob. Lias. Württemberg. Schädel von der Seite und von oben, etwas schematisch. *ang* Angulare; *art* Articulare; *d* Dentale; *F* Scheitelloch; *f* Frontale; *fa* Praefrontale; *fp* Postfrontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *l* Lacrymale; *m* Maxillare; *N* Nasenöffnung; *n* Nasale; *op* Postorbitale; *os* Occipitale superius; *p* Parietale; *q* Quadratbein; *qj* Quadratojugale; *S* obere Schläfengrube; *sa* Supraangulare; *sc* Sklerotikalring; *sq* Squamosum; *t.s* Supratemporale.

Das hintere Schädeldach bedecken die Scheitelbeine (*Parietalia* — 627 *p*), das vordere die Stirnbeine (*Frontalia* — *f*, *fa*. *fp*) und Nasenbeine (*Nasalia* — *n*). An der Zusammensetzung des Oberkiefers beteiligen sich hauptsächlich das Zwischenkieferstück (*Prae-* oder *Intermaxillare* — *im*) und das Oberkieferbein (*Maxillare* — *m*).

Der Unterkiefer sowie Teile des Oberkiefers, z. B. das Quadratbein (*Quadratum* — 627 *q*) entstehen aus dem Visceralskelett, i. B. aus den 2 vordersten, knorpelig angelegten Visceralbögen, die sich unter den Hirnschädel schieben und sich ihm angliedern. Der bei den höheren Tieren einfache Unterkiefer (*Mandibula* 641 *md*) entsteht aus der Verschmelzung mehrerer Knochen, darunter das Zahnbein (*Dentale* — *d*).

C. **Gliedmaßenskelett.** Abgesehen von den nur bei Wassertieren vorkommenden unpaaren Gliedmaßen (Flossen) finden sich von paarigen Gliedmaßen nur ein vorderes und ein hinteres Paar, deren Knochen knorpelig angelegt werden. Sie bestehen aus einem im Rumpfe gelegenen Gliedmaßengürtel (628, 629), dem Schulter- und Beckengürtel, und aus den frei aus dem Rumpfe hervorragenden äußeren Gliedmaßen, die durch Schulter- und Hüftgelenk mit dem Gürtel verbunden sind. Mit dem Schultergürtel können Deckknochen in Beziehung treten. Der Beckengürtel verbindet sich bei den Vierfüßlern fast immer mit den Sakral- oder Beckenwirbeln (629).

**Gliedmaßengürtel.** Der Schultergürtel ist bei den Fischen ausgebildet, entwickelt sich aber erst bei den Vierfüßlern in typischer Form (628). Er besteht jederseits aus einem dorsal vom Schultergelenk gelegenen Knochen, dem Schulterblatt (*scapula* — *s*) und einem ventralen, dem Rabenbein (*coracoid* — *co*). Nach vorn liegt das Schlüsselbein (*clavicula* — *cl*), das sich mit einem unpaaren, medianen, bes. bei niederen Vierfüßlern ausgebildeten Stück, dem Episternum (*Intraclavicula* — *e*) und andrerseits mit dem Schulterblatt verbindet. Bei höheren Formen tritt das Episternum gegen das Brustbein zurück, und das Schlüsselbein verbindet sich dann mit diesem.

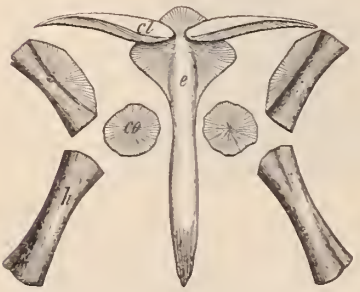



Fig. 628. *Palaeohatteria longicaudata* Credn. Rotliegendes. Plauenscher Grund b. Dresden. Schultergürtel von unten. *cl* Clavicula; *co* Coracoid; *e* Episternum; *h* Humerus; *s* Scapula.

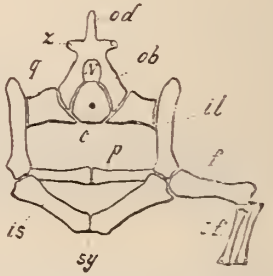



Fig. 629. Beckengürtel und Sakralwirbel eines Reptils; schematisch. *N* Rückenmarkskanal. Teile des Sakralwirbels: *c* Wirbelzentrum; *ob* oberer Bogen; *od* Dornfortsatz; *q* Querfortsatz, der das Becken trägt; *z* Gelenkfortsatz. Teile des Beckens: *il* Darmbein; *is* Sitzbein; *p* Schambein; *sy* Sitzbeinsymphyse. Äußere Gliedmaßen *f* Femur; *tf* Tibia und Fibula.

Am Beckengürtel (629) verbindet sich das dorsal vom Hüftgelenk gelegene Darmbein (*Ileum* — *il*) mit den Rippenfortsätzen (*q*) der Sakralwirbel; am ventralen Teile ist meist ein vorderes Schambein (*Pubis* — *p*) vom hinteren

Sitzbein (*Ischium — is*) zu unterscheiden. Scham- und Sitzbein sind ursprünglich plattenförmig (705). Bei den höheren Formen verschmelzen alle Teile jeder Beckenhälfte miteinander. Die Sitz- und die Schambeine sind gewöhnlich in der Mittellinie zu einer Symphyse (*sy*) vereinigt.

Die **äusseren Gliedmaßen** sind

a) Flossen (635), zur Bewegung im Wasser ausgebildet, deren einzelne Teile nicht in Gelenkverbindung miteinander stehen; sie tragen der Haut angehörige, hornige oder knöcherne Flossenstrahlen (634).

b) Beine (690), ursprünglich zur Bewegung auf dem Lande eingerichtet und 5zehig; sie bestehen aus einer Anzahl gelenkig miteinander verbundener Abschnitte. Dies eine Übersicht ihrer normalen Bestandteile:

Vordergliedmaßen (630):

Oberarm — *humerus*
Unterarm — *radius* + *ulna*
Handwurzel — *carpus* (2reihig)
Mittelhand — *metacarpus* (5 Stücke)
5 Finger mit mehreren Phalangen.

Hintergliedmaßen:

Oberschenkel — *femur*
Unterschenkel — *tibia* + *fibula*
Fußwurzel — *tarsus* (2reihig)
Mittelfuß — *metatarsus* (5 Stücke)
5 Zehen mit mehreren Phalangen.

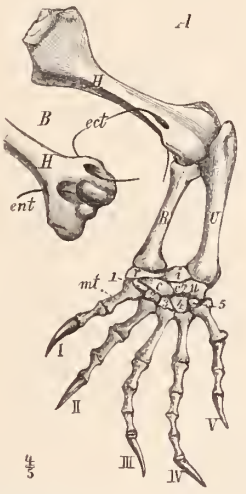



Fig. 630. Linkes Vorderbein von *Hatteria punctata* Gray. Neuseeland. *A* von oben, *B* von unten. *H* Humerus; *ect* u. *ent* Foramina epicondyloidea. *R* Radius; *U* Ulna; *c*, *c'* Centralia; *i* Intermedium; *r* Radiale; *u* Ulnare. Handwurzelknochen: *1*—*5* Carpalia des 1. bis 5. Fingers; *mt* Mittelhandknochen; *I*—*V* Endphalangen.

Bei dem primitiven Gehfuß (630) bleiben sämtliche Knochen voneinander getrennt, die aufeinander folgenden Abschnitte sind durch Gelenke miteinander verbunden, der ganze Fuß von der Hand- bezw. Fußwurzel an ist flach und berührt den Boden (plantigrad), Radius und Ulna, bezw. Tibia und Fibula sind etwa gleich lang und gleich stark, die Finger bez. Zehen sind wohl voneinander gesondert, einzeln beweglich und bestehen aus einer mäßigen Anzahl von Phalangen. Die Endphalangen tragen meist Krallen, Nägel oder Hufe.

Durch bestimmte Arten der Fortbewegung verändert sich der Fußbau:

1) Bei Schwimmfüßen (Flossen — 702, 703) bleiben Ober- und Unterarm kurz, die Hand verlängert sich; die einzelnen Abschnitte werden gegeneinander unbeweglich unter Verlust ihrer Gelenke, die Finger werden miteinander durch ein gemeinsames Integument vereinigt, oft unter starker Vermehrung der Phalangenzahl und alle Knochen werden ± platt. Die Hinterbeine verkümmern teilweise oder ganz.

2) Bei Flügeln (718) werden einzelne Abschnitte der Gliedmaßen außerordentlich verlängert, mitunter unter Reduktion der Fingerzahl, Verwachsungen, Verlust der Krallen.

3) Bei Laufbeinen (738, 790) tritt der Fuß nur noch mit den Zehen auf (digitigrad), der Mittelfuß wird verlängert und seitlich eingerollt, einzelne Zehen werden kräftiger auf Kosten der übrigen, die rudimentär werden und schließlich ganz verschwinden können, ebenso werden Radius und Tibia stärker auf Kosten von Ulna und Fibula, und endlich können umfangreiche Verwachsungen eintreten.

## Einteilung der Wirbeltiere.

Abgesehen von dem gliedmaßenlosen Lanzettfischchen und den Neunaugen, die fossil noch nicht sicher bekannt sind, gelten folgende Unterscheidungen für die 5 großen Entwicklungsstufen oder Klassen:

a) **Pisces**; paarige Gliedmaßen sind als Flossen ausgebildet und mit Flossenstrahlen versehen; ohne Sakralwirbel.
**1. Klasse: Pisces** (Fische).

b) **Quadrupeda**; paarige Gliedmaßen sind als fünfzehige Beine ausgebildet oder auf solche zurückzuführen; ohne Flossenstrahlen; mit Sakralwirbeln (Vierfüßler).

$\alpha$) Hinterhauptsgelenk doppelt; 1 Sakralwirbel.
**2. Klasse: Amphibia** (Lurche).

$\beta$) Hinterhauptsgelenk einfach. 2—6 Sakralwirbel. Körper nackt oder mit Schuppen oder Hautknochen bedeckt.
**3. Klasse: Reptilia** (Echsen).

$\delta$) Hinterhauptsgelenk einfach; 6—23 Sakralwirbel. Körper mit Federn bedeckt. **4. Klasse: Aves** (Vögel).

$\gamma$) Hinterhauptsgelenk doppelt; 2 oder mehr Sakralwirbel.
**5. Klasse: Mammalia** (Säugetiere).

Die Fische als die niedrigst stehenden Wirbeltiere sind mit seltenen Ausnahmen auf die Bewegung im Wasser angewiesen; es fehlen ihnen daher gewisse Merkmale, die den schreitenden Vierfüßlern normalerweise zukommen, wie das Brustbein und die Sakralwirbel, die Beweglichkeit des Schädels an der Wirbelsäule. Dafür besitzen sie stets wohl entwickelte Kiemenbögen und häufig einen knöchernen Kiemendeckel. Als die primitivste Klasse erscheinen sie bereits im Silur und sind in allen jüngeren Formationen bis zur Gegenwart reichlich vertreten.

Die Amphibien bilden z. T. den Übergang zu den höheren Wirbeltieren, mit denen sie die wichtigsten Merkmale (die Atmungsorgane und die dem Leben auf dem festen Lande angepaßten Bewegungsorgane) gemein haben. Ihr erstes Auftreten fällt in das Karbon, ihre Hauptentwicklung liegt im Perm, auch in der Trias sind sie noch reichlich vorhanden, werden aber in jüngeren Formationen spärlich, indem aus ihnen

Reptilien hervorgehen. Diese existieren seit dem Perm; sie sind die herrschenden Landwirbeltiere während der ganzen mesozoischen Periode, treten aber mit Beginn des Tertiärs sehr in den Hintergrund. Als ihre Abkömmlinge erscheinen die

Vögel. Diese kennt man aus mesozoischen Ablagerungen nur spärlich; ihre Hauptentwicklung fällt in die Tertiärzeit und Gegenwart; ähnlich verhalten sich die

Säugetiere, die nur in spärlichen und z. T. unsichern Resten aus vortertiären Schichten bekannt sind.

## 1. Klasse: Pisces oder Fische.

Kaltblütige Wassertiere mit wohl ausgebildeten Kiemenbögen; atmen durch Kiemen, vereinzelt auch durch Lungen. Paarige und unpaare Gliedmaßen als Flossen, die durch Flossenstrahlen gestützt werden. Senkrechte Schwanzflosse meist vorhanden. Haut mit Schuppen oder Knochenplatten, selten nackt. Bei den älteren (vorjurassischen) Fischen ist das Innenskelett wenig oder nicht verknöchert, das Hautskelett dagegen zumeist stark ausgebildet, bei den jüngeren kehrt sich das Verhältnis mehr und mehr um. Als

### Hautgebilde

der Fische sind hervorzuheben die

**Schuppen,** die nur in seltenen Fällen ganz fehlen. Es sind zu unterscheiden

**1. Placoidschuppen,** pflasterartig in die Haut eingebettete Verknöcherungen von sehr verschiedenartiger Gestalt, meist klein und der Haut eine Chagrin-artige Beschaffenheit verleihend, zuweilen groß und bestachelt (631 links), strukturell den Zähnen wesentlich gleich (631 rechts, vergl. S. 350). Diese primitivste Schuppenform ist den *Selachii* eigentümlich.

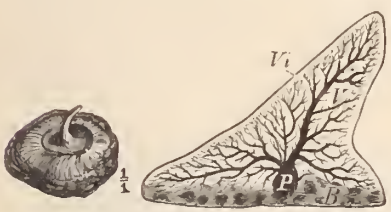



Fig. 631. Links: Auffallend große Placoidschuppe mit Stachel von *Raja*. Rechts: Längsschnitt durch eine Placoidschuppe von *Scymnus lichia*. *B* Basalplatte; *V* Vasodentin mit baumförmig verästelten Kanälen und kleiner Pulpahöhle (*P*); *Vi* Vitrodentin.

Fig. 632. *Lepidotus semiserratus* Ag. Lias. Whitby. Ganoidschuppe von der Außenseite. *g* glatte, von der Nachbarschuppe überdeckte Fläche; *z* Gelenkzapfen.

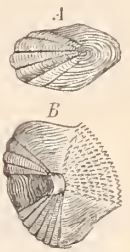



Fig. 633. *A* Cycloidschuppe. *B* Ctenoidschuppe.

**2. Ganoidschuppen** sind meist rhombisch (632), zuweilen am Hinterrand gezähnt und bekleiden gewöhnlich den Körper in regelmäßigen, fest gefügten Reihen. Die dicken, zuweilen skulptierten Schuppen sind oft durch Leisten und Zapfen auf der Innenseite gelenkig miteinander verbunden (632 *z*). Sie sind zudem kenntlich an der stark glänzenden Schmelzschicht, die den knöchernen Basalteil überkleidet. Sie kommen hauptsächlich den älteren *Euichthyes* (*Ganoidei*) zu. Aus der Umwandlung von Ganoidschuppen sind entstanden zu denken und nicht scharf davon zu trennen die

**3. Cycloid- u. Ctenoidschuppen.** Dünne, durchscheinende, kaum verkalkte und daher biegsame, dachziegelartig sich deckende Schuppen,

wie sie bei den meisten jüngeren Fischen getroffen werden. Die Cycloidschuppen besitzen einen glatten (633 *A*), die Ctenoidschuppen einen gezähnten (633 *B*) Hinterrand.

**Zähne** können an sämtlichen, die Mund- und Kiemenhöhle begrenzenden Skeletteilen auftreten. Bei den Haien sind sie ihrer Form, Struktur und Entstehung nach nicht von den Schuppen unterschieden. Meist finden sie sich in großer Zahl; sie sind nadel- bis kegelförmig (Fangzähne — 644 oder bohnenförmig oder plattig (Mahlzähne — 647), selten meißelförmig (Schneidezähne).

**Platten u. Schilder** finden sich namentlich bei älteren Fischen neben und an Stelle der Schuppen. Größere Stacheln, *Ichthyodorulithen*, an den Flossen oder am Kopf kommen bei Knorpelfischen vor (641 *fs*, 642). Letztere besitzen Zahnstruktur, erstere oft einfache Knochenstruktur. Die

**Flossenstrahlen** sind den Fischen eigentümlich. Die Flossen niederer Fische werden durch Hornfäden (655), die der höheren durch Knochenstrahlen (635) gestützt. Diese können, wie bei den Stachelflossern, einfach, hart und knöchern (634 *A*, *B*), oder wie bei den Weichflossern gegliedert und weich sein (634 *C*, *D*). Kommen beide Arten in der gleichen Flosse vor, so stehen die harten vorn.

## Gliedmaßen (635).

**Unpaare Flossen** kommen allen Fischen zu. Man unterscheidet (635):

**Rücken-** oder **Dorsalflosse** (*d*), zuweilen geteilt;

**Schwanz-** oder **Caudalflosse** (*c*);

**After-** oder **Analflosse** (*a*) — hinter dem After, zuweilen geteilt.

Sie sind stets durch Flossenstrahlen (641 *fs*) gestützt, und diese ruhen meist auf Flossenträgern (660 *ft*), welche sich an die Wirbelsäule zu lehnen pflegen.

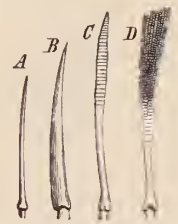



Fig. 634. Flossenstrahlen. *A*, *B* hart und ungegliedert; *C* einfach gegliedert; *D* fächerförmig gegliedert.

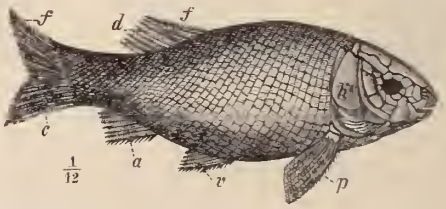



Fig. 635. *Lepidotus Elvensis* Blv. Ob. Lias (1). Holzmaden. *a* Analflosse; *c* Caudalflosse (hemiheterocerk); *d* Dorsalflosse; *p* Pektoralflosse; *v* Ventralflosse; *f* Fulcra (am Vorderrande aller Flossen); *k* Kiemendeckel.

**Paarige Flossen.** Sie zerfallen in:

**Brust-** oder **Pektoralflossen** (*p*), die mit dem Schultergürtel (641 *sg*) und

**Bauch-** oder **Ventralflossen** (*v*), die mit dem Beckengürtel gelenken (641 *p*).

Während der Schultergürtel — mit Ausnahme der *Elasmobranchier* — mit dem Schädel in Verbindung tritt (635), bleibt das Becken von der Wirbelsäule geschieden (641), kann aber mit den Bauchflossen bei jüngeren Fischen weit nach vorn bis an den Schultergürtel heranrücken (681).

Der Bau der Flossen ist entweder ± *symmetrisch*, indem die Flossenstrahlen (oder Radien) beiden Seiten einer langen, gegliederten Achse ansitzen (641 *ax—ss*) oder sich an das äußere Ende eines kurzen, aus mehreren Stücken gebildeten Flossenskeletts bogenförmig anheften, Quastenflossen (660 *p*, *v*), oder unsymmetrisch, indem die ungleich langen Flossenstrahlen in schräger Stellung dem Flossenskelett (635, 655 *p*, *v*) oder einseitig nur der Axe (641 *ax'—ss'*) ansitzen — Fächerflossen.

## Schädel und Wirbelsäule.

Bei den niederen Fischen besteht der **Schädel** und vielfach auch die Wirbelsäule nur aus Knorpel, bei den höheren verknöchern beide ± vollständig. Am Schädel verwachsen die Deckknochen z. T. mit den Knorpelknochen und bilden den rein knöchernen Schädel, wie er für die höchst stehenden Fische bezeichnend ist. Sind, wie bei den *Euichthyes*, Deckknochen vorhanden, so fehlt auch niemals ein knöcherner Kiemendeckel (635 *k*) und ein unpaarer mächtiger Belegknochen an der Basis des Schädels, das Parasphenoid (654 *ps*), der den höheren Wirbeltieren von den Reptilien an fehlt.

An der mit dem Schädel zumeist unbeweglich verbundenen **Wirbelsäule** lassen sich nur Rumpf- und Schwanzregion unterscheiden, erstere gewöhnlich durch bewegliche Rippen (641 *r*), letztere durch unbewegliche untere Dornfortsätze (641 *ub*) ausgezeichnet. Die Wirbel sind gewöhnlich zahlreich (70 und mehr), amphicoel und an den tiefen seitlichen Gruben (645 *B*) leicht kenntlich.

Das Hinterende der Wirbelsäule setzt in die Schwanzflosse fort, deren Strahlen von den Dornfortsätzen (638 *ub*, *ob*; 639 *ub*, *ob*) unmittelbar getragen werden. Das Verhältnis der Wirbelsäule zur Flosse unterliegt folgenden Abänderungen, die, weil auseinander hervorgegangen, nicht scharf getrennt sind:

1. Die Flosse umgibt das allmählich ausdünnende Ende der Wirbelsäule symmetrisch. Diphycerker Schwanz (636). Findet sich bei den meisten *Lungenfischen* und bei vielen *Elasmobranchiern*.

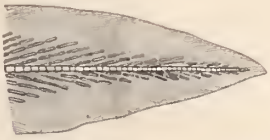


Fig. 636. Diphycerke Schwanzflosse von *Protopterus*.

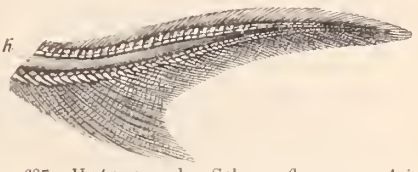



Fig. 637. Heterocerke Schwanzflosse von *Acipenser sturio*. *k* ungegliederte Chordascheide.

2. Die Flosse umgibt das meist aufwärts gekrümmte, allmählich ausdünnende Ende der Wirbelsäule unsymmetrisch, wobei der untere Teil der Flosse durch Erzeugung eines Bogens stärker ausgebildet ist, als der obere (637). Die Beschuppung reicht soweit wie die Wirbelsäule — Heterocerker Schwanz. Die meisten *Selachier* und ältern *Ganoideen*.

3. Der untere Teil der Flosse breitet sich nach oben aus, der obere Teil verkümmert und mit ihm das Ende der Wirbelsäule, das in einen ungegliederten

Stab (*urostyl* — 638 *u*, 639 *u*) umgewandelt wird. Die Flosse wird dadurch äußerlich ± symmetrisch — Homocerker Schwanz (639). Oft erscheint der

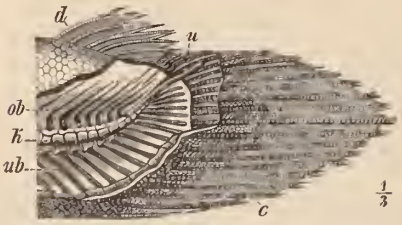



Fig. 638. Homocerke (innerlich heterocerke) Schwanzflosse von *Amia calva*.

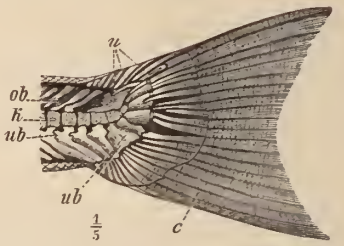



Fig. 639. Homocerke Schwanzflosse von *Salmo salar*.

*c* gegliederte Flossenstrahlen der Schwanzflosse, *d* der Rückenflosse; *k* Wirbelkörper; *ob* obere, *ub* untere Dornfortsätze; *u* Urostyl.

Sehwanz äußerlieh homoeerk, ist aber innerlieh noeh heterocerk (638). Die meisten mesozoisehen und jüngeren Fische.

---

Die Fische sind seit dem Oberen Silur bekannt. Ein Teil ihrer ältesten Vertreter, die devonischen *Placodermi* oder Panzerfische, weicht von den übrigen Fischen in so wesentlichen Merkmalen ab, daß er zweckmäßig als gesonderte Gruppe unterschieden wird.

A. Skelett fast ganz knorpelig, ohne Deekknochen und Kiemendeekel. Sehultergürtel meist nieht am Schädel befestigt. Haut mit Placoidsehuppen oder nackt. (Haie, Rochen u. Verw.) **1. Unterklasse: Elasmobranchii.**

B. Sehädel und Sehultergürtel mit Deckknochen. Knöcherner Kiemendeekel vorhanden. Schultergürtel fast immer am Schädel befestigt. Meist Ganoid-, Cyeloid- oder Ctenoidschuppen. (Die meisten Fisehe.) **2. Unterklasse: Euichthyes.**

C. Kopf, Vorderteil des Rumpfes und Brustflossen mit ± großen Knoehenplatten gepanzert. Kiemendeekel fehlt. (Panzerfische.) **3. Unterklasse: Placodermi.**

## 1. Unterklasse: Elasmobranchii (= Chondropterygii).

Da das Skelett der meisten Vertreter keine oder nur unvollkommene Verknöcherungen aufweist, i. B. auch keine Deckknochen auftreten, so beruht die Kenntnis der fossilen Formen zum größten Teil auf den widerstandsfähigen Zähnen und Stacheln, selten auf Teilen des inneren Skeletts (Wirbel) oder auf Schuppen. Ihre Reste kennt man seit dem Silur; oft bleibt aber die Bestimmung der fossilen Stücke zweifelhaft.

Heute leben zwei Gruppen, die sich unterscheiden wie folgt:

**Selachii** (Haie u. Roehen). Kiemenspalten unbedeekt. Zahlreiehe, in Reihen angeordnete Zähne.

**Holocephali.** Kiemenspalten von einer Hautfalte bedeckt. Wenige, aber mächtige Zahnplatten.

Dazu kommen 2 abweichende, den *Selachiern* ähnliche Gruppen der paläozoischen Zeit:

**Proselachii,** durch nicht oder unvollkommen gegliederte Wirbelsäule und endständigen Mund unterschieden.

**Acanthodini.** Unregelmäßige Deckknochen am Schädel. Haut mit kleinen, quadratischen Schuppenplättchen gepflastert.

## 1. Ordnung: Proselachii (Ichthyotomi).

Zwei gut bekannte, aber ziemlich weit voneinander abstehende Gattungen sind hierher zu rechnen.

**Pleuracanthus** Ag. (*Xenacanthus* Beyr. — 640, 641) 0,5 m lang. Die Chordascheide ist ungegliedert und nicht verkalkt, das übrige Skelett mit krümeligen Verkalkungen versehen. Obere (641 *ob*) und untere (*ub*) Bögen, letztere am Rumpfe in Intercentra (*hc*) und Rippen (*r*) geschieden, erkennbar. Der Schädel ist *Selachier*-artig, der Mund aber endständig statt unterständig; der Schnabelfortsatz der Haie fehlt. Zahlreiche, 2- oder 3 spitzige, in regelmäßigen Reihen angeordnete Zähne (640 *A*, 641 *z*) im Munde, kleine vielspitzige Zähne (640 *B*, *C*) im Schlunde gehäuft (641 *sz*). Am Hinterrande des Kopfes ein langer, zweizeilig gezähnter Nackenstachel (*st*). 5 Paar Kiemenbögen.

Fig. 640. *Pleuracanthus Decheni* Goldf. Rotliegendes. Lebach bei Saarbrücken. *A* dreispitziger Kieferzahn. *B* vielspitziger Schlundzahn von unten, *C* von oben gesehen.

Rückenflosse (*d*) lang, von langen Flossenträgern (*ft*) getragen, von der diphycerken Schwanzflosse (*c*) durch einen schmalen Einschnitt getrennt. Zwei kleine Afterflossen (*an*). Brustflossen groß, mit vielgliedriger Achse (*ax*) und zweizeilig angeordneten Strahlen (*ss*). Bauchflossen mit gegliederter Achse (*ax*), die beim Männchen mit dem Begattungsorgan (*cop*) endigt. Strahlen (*ss'*, *bs'*) einzeilig geordnet. Haut nackt, nur in den Mundwinkeln und an den paarigen Flossen kleine, kegelförmige Schüppchen (*sch*).

Zähne und Stacheln dieser Gattung finden sich im Karbon und Perm. Vollständige Stücke bis 0,80 m lang kommen im Rotliegenden Mitteleuropas vor [Böhmen, Saarbrücken, Commentry].

Wirbelsäule und Gliedmaßen dieses merkwürdigen Fisches erinnern an *Crossopterygier* (S. 368) und *Dipnoer* (S. 367), während die meisten andern Merkmale mit *Selachiern* übereinstimmen.

**Cladodus** Ag. weicht vom Selachiertypus durch den Besitz eines aus mehreren Reihen Knöchelchen bestehenden Augenringes und durch die lappenartigen, symmetrischen Bauchflossen ab. Die Zähne besitzen eine breite Basis und sind vielspitzig; die mittleren und die seitlichen Zacken höher als die dazwischen liegenden.

Im Devon und Karbon, meist nur in isolierten Zähnen.

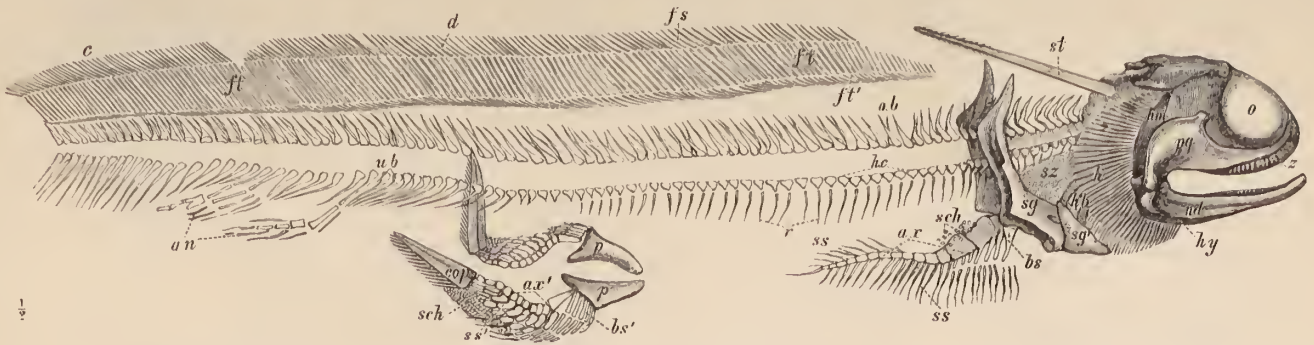



Fig. 641. *Pleuracanthus Decheni* Goldf. Rotliegendes. Lebach b. Saarbrücken. Knorpelskelett restauriert (Schwanzende fehlt).

Schädel- und Visceralskelett: o Augenregion; *pq* Palatoquadratum; *nd* Mandibula; *hm* Hyomandibulare; *hy* Hyoideum; *k* Kiemenstrahlen am Zungenbeinbogen; *kb* Kiemenbögen; *z* Kieferzähne; *sz* Schlundzähne; *st* Nackenstachel.

Wirbelsäule: *o.b* obere Bögen; *hc* Intercentra, die Basalteile der unteren Bögen in der Rumpfregion; *r* Rippen; *ub* untere Bögen in der Schwanzregion mit Dornfortsätzen. (Chordascheide ist nicht erhaltungsfähig.)

Unpaare Flossen: *d* Dorsalflosse; *c* Caudalflosse; *an* 2 Analflossen; *fs* Flossenstrahlen; *ft*, *ft'* Flossenträger.

Vordergliedmaßen: *sg*, *sg'* Schultergürtel; *ax* vielgliedrige Hauptachse der quastenförmigen Brustflosse; *ss* Radien (zweizeilig); *bs* Nebenstrahlen; *sch* Schuppen.

Hintergliedmaßen: *p* Becken; *ax'* vielgliedrige Hauptachse der fächerförmigen Bauchflosse; *ss'* Radien (einzeilig); *bs'* Nebenstrahlen; *sch* Schuppen; *cop* männliches Begattungsorgan.

## 2. Ordnung: Selachii. Haie und Rochen.

Sie besitzen meist eine gegliederte Wirbelsäule, die vom Beginn der Jurazeit an auch Verkalkungen aufweist. Diese führen zur Bildung von ± festen, bikonkaven Wirbeln, die aus einem (cyclospondyl) oder mehreren konzentrischen Kalkringen (tectospondyl) oder aus radienförmigen Kalkstrahlen zusammengesetzt sind (asterospondyl — 645). Bögen und Rippen meist unvollkommen ausgebildet. Flossen ungegliedert. Schwanz diphycerk bis heterocerk. Zähne stehen meist in zahlreichen, regelmäßigen Reihen als spitze, oft zugeschärfte Fangzähne (644), oder als stumpfe oder platte Mahlzähne (647) in pflasterartiger Stellung. Fossile Reste finden sich als Zähne oder Stacheln häufig schon vom ? Silur, bes. vom Karbon an in marinen Absätzen.

Man teilt die Selachier gewöhnlich ein in

I. **Squaloidei** (Haie) mit zylindrischem, selten abgeplattetem Körper, seitlichen Kiemenspalten und freien Brustflossen. Zähne meist spitz.

II. **Batoidei** (Rochen) mit plattem Körper, bauchständigen Kiemenspalten und großer, am Kopf angewachsener Brustflosse. Zähne meist platt.

### I. Squaloidei. Haie.

1. **Fam. Hybodontidae** (642, 644 *F*). Zähne quer verlängert, mehrspitzig; Nebenspitzen nach außen kleiner werdend, längsgestreift (644 *F*). Rückenstacheln groß, gefurcht, mit 2 Dornenreihen am Hinterrande (642). Wirbelsäule nicht verkalkt. Von Trias bis Kreide. *Hybodus plicatilis* Ag. Muschelkalk. Deutschland. H. *reticulatus* Ag. (642, 644 *F*) Lias. Mitteleuropa.

2. **Fam. Cestraciontidae** (643, 644 *G*). Zähne quer verlängert, mit stumpfer Kante, oder fast platt, ein zusammenhängendes Pflaster bildend, mit verästelten Furchen (643). Karbon — Gegenwart. Aus Trias, Jura u. Kreide kennt man *Acrodus* Ag. (643, 644 *G*) mit gekanteten Zähnen, aus dem Dogger *Strophodus* Ag. mit gerundet vierseitigen, schwach gewölbten Zähnen, seit dem Jura die noch in Australien und Japan lebende Gattung *Cestracion* Cuv. Pflasterzahn mit undeutlicher Längskante.

3. **Fam. Notidanidae** (644 *D*). Zähne sägeförmig mit schiefen, von vorn nach hinten an Größe abnehmenden Zacken. *Notidanus* Cuv. (644 *D*) Jura — Gegenwart.

4. **Fam. Lamnidae** (644 *A, B, E, H, J*, 645 *A, B*). Zähne groß, ± 3eckig, platt; die scharfen Seitenwände oft gezähnelt (*A*) oder mit Nebenzacken (*H*). Wirbelkörper meist aus 8 gegabelten Radialstrahlen (645 *A*) bestehend — asterospondyl. Seit dem Jura bekannt, häufig von der Kreide an. *Oxyrhina* Ag. (644 *E*) Zähne schmal, dreieckig, ungezähnt. *Lamna* Cuv. (*H, J*) und *Otodus* Ag. (645 *AB*) mit ± schlanken, gewellten, glattrandigen Zähnen und Nebenspitzen. *Carcharodon* Smith. Zähne sehr groß und breit, gezähnt. *C. megalodon* Ag., der tertiäre Riesenhai (644 *A, B*), noch größer als der lebende (10 m).

**5. Fam. Carchariidae** (644 *C*, 645 *C*). Durch die große Pulpahöhle der Zähne von den andern Familien, bes. den *Lamniden* unterschieden. Wirbel mit

Fig. 642. *Hybodus reticulatus* Ag. Rückenflossenstachel (Ichthyodorulith). Ob. Lias (ε). Ohmden, Württemberg.

Fig. 643. *Acrodus nobilis* Ag. Zahnpflaster des rechten Unterkiefers. U. Lias. Lyme Regis.

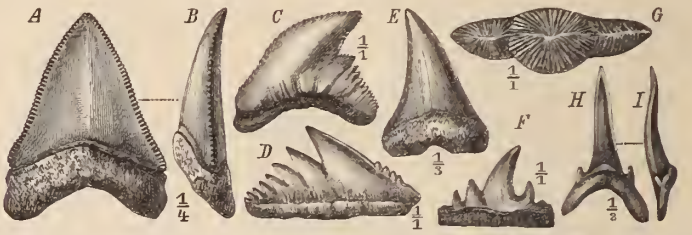



Fig. 644. Haifischzähne. *A, B Carcharodon megalodon* Ag. Miocän. Malta. *C Galeocerdo aduncus* Ag. Miocän. Baden. *D Notidanus serratus* Fraas. Ob. Malm. Nusplingen. *E Oxyrhina hastalis* Ag. Miocän. Ungarn. *F Hybodus reticulatus* Ag. U. Lias. England. *G Acrodus nobilis* Ag. Lias. Württemberg. *H, I Lamna contortidens* Ag. Miocän. Süldorf.

4 breiten Kalkkeilen (645 *C*). Kreide — Gegenwart. *Galeocerdo* M. u. H. (644 *C*, 645 *C*). Hinterrand der Zähne ausgebuchtet und ± grob gezackt. Kreide, besonders Tertiär. Zu *Carcharias* Cuv. (seit Kreide) gehören die meisten lebenden Menschenhaie.

Fig. 645. Asterospondyle Haifischwirbel. *A* Querschnitt eines *Otodus*-Wirbels. Oligocän. Flonheim. *B* seitliche Ansicht eines *Otodus*-Wirbels aus dem Londonton von Sheppy. *C* Querschnitt eines Wirbels von *Galeocerdo*. Miocän. Baltringen. 2/3.

**6. Fam. Squatinidae** (Meerengel). Im Gegensatz zu den andern Haien von platter Gestalt, wie die Rochen. Die einzige noch lebende Gattung *Squatina* schon aus dem Ob. Malm Mitteleuropas in ganzen Skeletten bekannt. (*S. alifera* Mnst.)

## II. Batoidei. Rochen.

Mit den heutigen Rochen in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmende Reste kennt man vom Jura an. Im Tertiär finden sich beispielsweise die platten, 6seitigen Zähne der lebenden Gattung

**Myliobatis** Cuv. (647), die zu einem mosaikartigen Pflaster vereinigt sind, nicht selten.

**Ptychodus** Ag. (646), durch große, fast quadratische, polsterförmige Zähne mit schmelzglänzender, tief quergefalteter Oberfläche und gekörnelten Seiten ausgezeichnet, gehört zu den häufigeren Vorkommnissen der Oberen Kreide; er dürfte in die Nähe von *Myliobatis* gehören. Die lebende Gattung *Rhinobatis* Bloch kommt schon im Oberen Malm in ausgezeichnet erhaltenen Abdrücken des ganzen Skeletts vor.

Aus paläozoischen Ablagerungen liegen zahlreiche Zahnreste und auch Flossenstacheln vor, die wohl z. gr. T. auf Rochen bezogen werden können. Doch weichen sie in der Form der Zähne vielfach erheblich von den jetzigen Rochen ab, wie

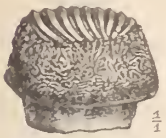


Fig. 646. *Ptychodus latissimus* Ag. Ob. Kreide (Senon). England. Zahn von der Seite.

Fig. 647. *Myliobatis toliapicus* Ag. U. Eocän Londonton. Sheppy. Zahnpflaster. 1/2.

Fig. 648. *Cochliodus contortus* Ag. Unterkiefer, jederseits mit 2 Zähnen, der vorderste fehlt. Kohlenkalk. Irland. 1/4.

Fig. 649. *Ischyodus avita* H. v. Meyer. Ob. Jura. Eichstätt. Gebiß. *a* vorderer, *b* hinterer Oberzahn; *c* Unterkieferzahn.

**Psammodus** Ag. mit rechteckigen, ebenen, punktierten und fein gerunzelten Zähnen, häufig im Kohlenkalk Europas und N. Amerikas.

## 3. Ordnung: Holocephali. Seekatzen.

Die heute nur durch 2 Gattungen vertretene Gruppe besitzt neben andern besonderen Merkmalen eine eigenartige Bezahnung: jederseits im Unterkiefer ein sehr großer Zahn (649 *c*), oben ein kleiner vorderer (*a*) und ein größerer hinterer (*b*).

**Ischyodus** Egert (649) ist z. T. in ganzen Skeletten aus Jura und Kreide bekannt. Von paläozoischen Resten, die vielleicht hierher zu stellen sind, mag *Cochliodus* Ag. (648) erwähnt werden. Jede Unterkieferseite mit 3 konvexen, gebogenen, schraubig gefurchten Zähnen. Unt. Karbon.

## 4. Ordnung: Acanthodini.

Vom Obersilur bis ins Perm verbreitet findet sich eine aus etwa 6 Gattungen bestehende Fischgruppe von gesonderter Stellung, die sich durch folgende Merkmale auszeichnet (650, 651):

Sie teilt mit den *Selachiern* den Besitz von Flossenstacheln, und zwar stehen diese vor allen Flossen mit Ausnahme der Schwanzflosse (651). Der Körper

und ein Teil der Flossen werden von einem mosaikartigen Pflaster sehr kleiner, quadratischer, nicht übergreifender Chagrin-Schuppen bedeckt (650), wie sie bei *Cheirolepis* unter den echten Fischen vorkommen (S. 370). Das Innenskelett ist nicht verknöchert, aber am Kopfe, spärlich und dünn, unregelmäßige Knochenbildungen. Kein Kiemendeckel. Augenring vorhanden. Schwanzflosse heterocerk.

Fig. 650. *Acanthodes gracilis* Beyr. Schuppen von der Innenseite, vergrößert.

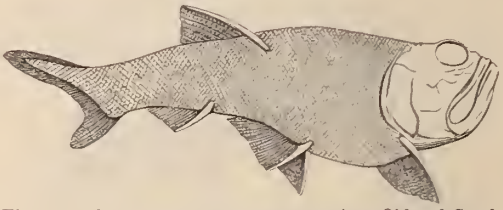


Fig. 651. *Cheiracanthus microlepidotus* Ag. Old red Sandstone. Schottland.

Isolierte Schuppen und Stacheln schon im Obersilur; vollständige Reste im Devon, Karbon, Perm. **Cheiracanthus** Ag. (651). Old Red. **Acanthodes** Ag. (650). Devon — Perm.

## 2. Unterklasse: Euichthyes.

Sie umfaßt die Mehrzahl der fossilen und lebenden Fische (seit dem Devon bekannt). Die einzelnen Stämme erfahren im Laufe der Zeit gewisse Organisationsänderungen, die sich ohne scharfen Abschnitt vollziehen. Es sind wesentlich folgende:

Das ursprünglich knorpelige Innenskelett verknöchert. Der Wechsel fällt in die Kreidezeit, so daß in der Oberen Kreide die »Knochenfische« vorherrschen. Dagegen verliert sich der aus zahlreichen Deckknochen bestehende Kopfpanzer der meisten älteren Formen, in dem Maße als das Primordialkranium verknöchert und die Deckknochen damit verwachsen.

Die ältesten Vertreter besitzen eine heterocerke (oder diphycerke) Schwanzflosse, seit der Trias erscheint der hemiheterocerke Schwanz, und seit dem Ende der Kreidezeit herrscht fast durchgehends Homocerkie.

Die Mehrzahl der älteren *Euichthyes* (Devon — Jura) ist durch dicke Ganoidschuppen charakterisiert, an deren Stelle bei den jüngeren fast durchgängig dünne Cykloid- oder Ctenoidschuppen treten.

Man bezeichnet die *Euichthyes*, soweit sie nicht zu der kleinen Gruppe der Lungenfische gehören, als *Teleostomi*, und teilt sie gewöhnlich auf Grund der obengenannten Merkmale in die älteren *Ganoidei* (Schmelzschupper) und die jüngeren *Teleostei* (Knochenfische) ein.

Die nachfolgende Gruppierung bringt ebenfalls mehr den allgemeinen Wandel der Organisationsstufe als die natürliche Stammesgliederung zum Ausdruck:

A. Brustflossen quasten- oder peitschenförmig. Schwanzflosse diphycerk oder heterocerk. Ganoid- oder Cykloidschuppen.

I. Wenige, große, platte Zähne. Runde Ganoid- oder Cykloidschuppen. Die lebenden atmen durch Kiemen und Lungen. Devon — Gegenwart. **1. Ordnung: Dipnoi** (Lungenfische) (s. unten).

II. Zahlreiche, kegelförmige Zähne. Rhombische oder runde Ganoidschuppen. Die lebenden atmen nur durch Kiemen. Devon — Gegenwart. **2. Ordnung: Crossopterygii** (Quastenflosser) (S. 368).

B. Brustflossen ± fächerförmig. Schwanzflosse heterocerk bis homocerk.

I. Schwanz heterocerk; die Schwanzwirbelsäule und die äußere Beschuppung erstrecken sich fast bis zum Ende der Schwanzflosse. **3. Ordnung: Heterocerci** (S. 370).

II. Schwanz hemiheterocerk bis homocerk; die Schwanzwirbelsäule und ebenso die äußere Beschuppung erstrecken sich höchstens bis zum Beginn der hinteren Hälfte der Schwanzflosse.

a) Schuppen schmelzbedeckt, rhombisch oder rhomboidisch, dick oder mit verdickter Innenleiste (Ganoidschuppen — 668, 669). **4. Ordnung: Euganoidei** (S. 371).

b) Keine rhombischen Ganoidschuppen.

1. Cykloidschuppen (selten rhombisch, dann aber klein und dünn); Bauchflossen bauchständig; höchstens ein Stachelstrahl in jeder Flosse; Schwimmblase mit Ausführungsgang. **5. Ordnung: Physostomi** (S. 374).

2. Entweder sind Ctenoidschuppen vorhanden, oder die Bauchflossen sind brust- oder kehlständig, oder es finden sich mehrere Stachelstrahlen in einer Flosse; Schwimmblase ohne Ausführungsgang. **6. Ordnung: Physoclisti** (S. 375).

## 1. Ordnung: Dipnoi. Lungenfische.

An die 3 lebenden Vertreter der Lungenfische schließen sich einige fossile Formen ± enge an. Doch wissen wir über die Art ihrer Atmung nichts. Das Innenskelett zeigt nur geringe Verknöcherung. Von den Deckknochen des Kopfes sind das große Parasphenoid (654 *Aps*) und der Kiemendeckel hervorzuheben. Gaumen und Unterkiefer tragen jederseits eine große, kammförmige Zahnplatte (652—654). Die quastenförmigen paarigen Flossen teilen sie mit den *Crossopterygii*, von denen sich die paläozoischen Vertreter nur unsicher abgrenzen lassen. Hierher gehören nur wenige Gattungen, die z. T. vom Devon an bekannt sind.

**Sirenoidea.** Die lange, einfache Rückenflosse setzt ohne Grenze in die diphycerke Schwanzflosse (655 *d*, *c*) fort. Dünne Cykloidschuppen.

Hierher die lebenden Formen *Lepidosiren* (S. Amerika), *Protopterus* (Afrika — 636) und **Ceratodus** (Neuholland). Letzterer, durch die 4, 5 oder 6 einfachen Zahnkämme (652, 653) gekennzeichnet, findet sich, meist nur durch Zähne

Fig. 652. *Ceratodus Forsteri.* Lebend. Australien. Unterkiefer.

Fig. 653. *Ceratodus runcinatus* Plien. Lettenkohlensandstein. Hoheneck b. Ludwigsburg. Obere Zahnplatte.

vertreten, von der Trias an, bes. in der Lettenkohle (*C. Kaupi* Ag.). **Phaneropleuron** (655) ist eine ähnliche Form aus dem Devon von Schottland und Kanada, durch den Besitz von konischen Kieferzähnen außer den Zahnplatten ausgezeichnet.

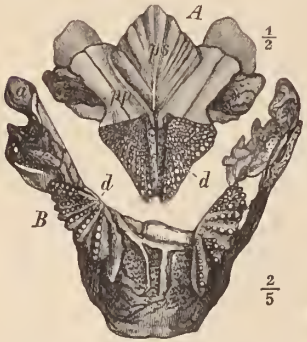



Fig. 654. *Dipterus Valenciennesi* Ag. Old red Sandstone. Schottland. *A* Unterseite des Schädels. *B* Unterkiefer von oben. *a* Unterkiefergelenk; *d* Zahnplatten; *pp* Palatinum; *ps* Parasphenoid.

Fig. 655. *Phaneropleuron Andersoni* Huxl. Old red Sandstone. Dura Den, Schottland. *a* Afterflosse; *c* Schwanzflosse; *d* Rückenflosse; *p* Brustflosse; *v* Bauchflosse.

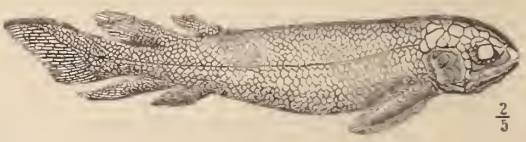



Fig. 656. *Dipterus Valenciennesi* Ag. Restauriert. Old red Sandstone. Schottland.

**Ctenodipterini.** Die meist heterocerke Schwanzflosse von den 2 kurzen Rückenflossen getrennt (656). Runde Ganoidschuppen.

Etwa 5, ausschließlich paläozoische Gattungen, von denen die bekannteste **Dipterus** Sed. & Murch. (654, 656) aus dem schottischen Old red.

## 2. Ordnung: Crossopterygii. Quastenflosser.

Schädel vollständig gepanzert; Rumpf und Schwanz mit rhombischen oder gerundeten Ganoidschuppen bedeckt. Brust-, meist auch Bauchflossen quastenförmig, mit beschuppter Achse. Zähne kegelförmig, oft

mit gefalteter Struktur. Im Devon und Karbon häufig, später zurücktretend; zwei lebende Gattungen in Afrika (*Polypterus*).

a) Körper mit rundlichen Schuppen (657 *A*). Devon — Kreide.

**Holoptychius** Ag. (657, 658). Brustflossen mit sehr langer Achse; Schwanzflosse diphyheterocerk. Zähne mit verschlungen gefalteter Struktur (*Dendrodus* — 657 *B*). Im Devon (Old red) von Nordeuropa und N. Amerika weit verbreitet.

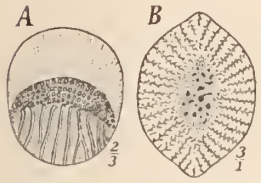



Fig. 657. *Holoptychius*. *A* Schuppe von außen. *B* Zahn im Querschnitt.

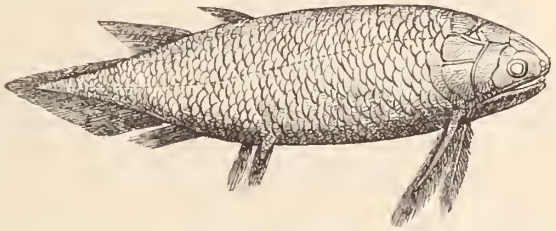


Fig. 658. *Holoptychius nobilissimus* Ag. Old red Sandstone. Elgin, Schottland.

**Rhizodus** Ow. (659). Brustflossen mit kurzer Achse. Zähne nur im untern Teile schwach gefaltet. Diese und verwandte Gattungen im Karbon und Devon.

Ebenfalls durch kurzachsige Bauchflossen, aber ungefaltete Zähne ausgezeichnet sind einige Gattungen, die vom Karbon bis zur Ob. Kreide reichen, wie *Coelacanthus* Ag. (Karbon und Perm), **Undina** Mnstr. (660) aus dem Jura, und *Macropoma* Ag., deren spiralgedrehte, tannenzapfenförmige Exkremente in der Ob. Kreide häufig sind.

Fig. 659. *Rhizodus Hibberti* Ag. Karbon. Edinburg. Fangzahn.

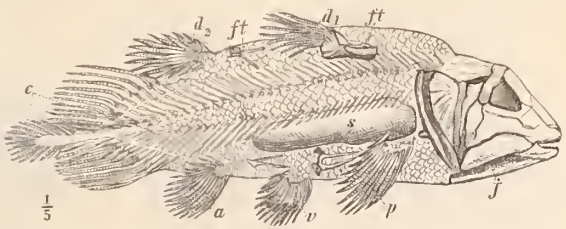



Fig. 660. *Undina penicillata* Mnstr. Oberer Jura. Eichstätt. *a* Afterflosse; *c* Schwanzflosse mit pinselförmiger Endflosse; $d_1$ u. $d_2$ Rückenflossen; *ft* gabelförmige Flossenträger; *j* Jugular- oder Kehlplatten; *p* Brustflosse; *s* Schwimmblase; *v* Bauchflosse.

b) Körper mit rhombischen Schuppen, schlank.

**Osteolepis** Ag. (661). Brustflosse mit mäßig langer Achse. Zähne an der Basis gefaltet. Knochen des Schädeldachs z. T. verschmolzen. Devon. Verwandte

Formen in Devon und Karbon. Hierher auch der lebende *Polypterus* mit knöchernem Innenskelett.

Fig. 661. *Osteolepis macrolepidotus* Val. u. Pentl. Old red Sandstone. Schottland. Restauriert.

## 3. Ordnung: Heterocerci.

Das Innenskelett dieser ältesten der echten Ganoideen ist nur mangelhaft verknöchert, dagegen bilden die schmelzbedeckten Kopfknochen einen vollständigen Kopfpanzer mit großem Kiemendeckel. Flossenstrahlen in viel größerer Anzahl als die Flossenträger. Der Körper wird von einem Panzer dicker, rhombischer (selten cykloidischer) Schuppen bedeckt, die gelenkig verbunden sind (663). Zähne klein und spitz. Hierher gehören alle paläozoischen echten Ganoideen; besonders reichlich finden sie sich im Karbon und Perm, auch noch Vertreter in Trias und Jura.

**1. Fam. Palaeoniscidae.** Körper schlank, verlängert. Rücken- und Afterflosse normal gestaltet. Mundöffnung groß. Devon — Jura.

**Palaeoniscus** (Ag.) Traq. (662, 663). Mit mäßig großen, verschiedenartig skulpticrten Schuppen. Rückenflosse über dem Zwischenraum zwischen Bauch- und Afterflosse. Vor den unpaaren Flossen mehrere Y-förmige Schuppen, die auch den Oberrand der Schwanzflosse bekleiden. Kleine, ungleiche Zähne. Die häufigste und bekannteste Gattung des Oberen Perm, bes. des deutschen Kupferschiefers. *P. Freieslebeni* Ag. (662).

Verwandte Gattungen schon im Devon, wie *Cheirolepis* Ag. mit winzigen, dicken Schuppen ohne übergreifende Ränder. *Elonichthys* Gieb. durch größere

Fig. 662. *Palaeoniscus Freieslebeni* Ag. Kupferschiefer. Eisleben.

Fig. 663. Gelenkig verbundene Schuppen von *Palaeoniscus*. Innenseite, mit Leisten und Zapfen.

Fig. 664. *Gyrolepis Alberti* Ag. Ob. Muschelkalk. Wehmingen b. Sehnde. Schuppe von der Oberseite.

Flossen von *Palaeoniscus* unterschieden, im Karbon und Perm häufig, **Amblypterus** (Ag.) Traq. mit glatten Schuppen, wie *Palaeoniscus* verbreitet, **Gyrolepis** Ag. (664) durch schiefe, wellige Runzeln auf den Schuppen ausgezeichnet, die häufig vereinzelt in Muschelkalk und Lettenkohle Mitteleuropas vorkommen.

**2. Fam. Platysomidae.** Durch hohen, seitlich zusammen gedrückten Körper von rhombischem Umriß, sowie durch lange Rücken- und Afterflossen unterschieden. Mundöffnung klein. Mehrere Gattungen in Karbon und Perm.

**Platysomus** Ag. (665) mit kleinen Brust- und Bauchflossen. Die fein gestreiften, hohen Schuppen in fast senkrechten Reihen. Häufig in Karbon und Perm, bes. im Kupferschiefer.

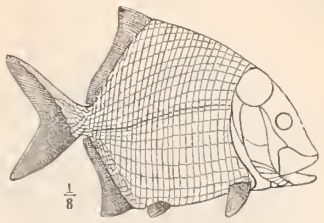


Fig. 665. *Platysomus striatus* Ag. Perm. (Magnesian limestone). England.

Der Körper einiger verwandter, (von der Trias an) fossiler und lebender Formen mit knorpeligem Skelett ist nackt oder mit Knochenplatten unvollständig bedeckt: Knorpelganoideen — **Chondrostei.** Hierher u. a. der Stör (*Acipenser sturio* — 637); lebend und tertiär, vielleicht schon im Jura.

## 4. Ordnung: Enganoidei.

Innenskelett ± stark verknöchert. Kopfpanzer meist ziemlich vollständig und schmelzbedeckt. Schwanzwirbelsäule und Schuppen erstrecken sich nicht mehr über die vordere Hälfte des oberen Schwanzlappens hinaus. Flossenstrahlen der unpaaren Flossen in gleicher Zahl wie die Flossenträger. Bezahnung meist kräftig. Erscheinen in der Trias, dominieren im Jura, sind heute nur noch mit der Süßwassergattung *Lepidosteus* vertreten. Sie bilden z. T. den Übergang von den *Heterocerci* zu den *Amioidei.*

A. Vorderzähne meißelförmig, Hinterzähne halbkuglig (670) oder bohnenförmig (667).

**Fam. Pycnodontidae** (666, 667). Durch ihren hohen Körper und die lange Rücken- und Afterflosse den *Platysomiden* (665) ähnlich, deren Nachkommen sie wahrscheinlich sind. Rhombische Ganoidschuppen, höher als lang, oft dünn, aber mit leistenartig nach innen verdicktem Vorderrande. Diese Leisten in der Form zusammenhängender, senkrechter Reifen (666 *r*), oft als einzige Reste der vergänglichen Beschuppung übrig. Schwanzflosse homocerk, gabelig. Hintere Zähne bohnenförmige Mahlzähne in mehreren Reihen (667). Jura — Eocän.

**Gyrodus** Ag. (666). Schnauze steil abfallend; Schwanzflosse tief gegabelt. Schuppenreifen bedecken den ganzen Körper. Dogger — Kreide, bes. häufig im Ob. Malm (bis 1 m lang). In den gleichen Schichten häufig

**Microdon** Ag. (667), durch spitze Schnauze und seicht ausgerandete Schwanzflosse unterschieden. Die alttertiäre Gattung *Pycnodus* Ag. besitzt äußerst dünne und vergängliche Schuppen.

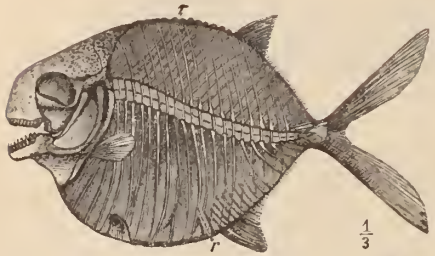



Fig. 666. *Gyrodus hexagonus* Ag. Ob. Malm. Eichstätt. *r* Schuppenreifen.

Fig. 667. *Microdon alternans* Quenst. Unterkiefer. Ob. Malm. Solothurn.

**Fam. Sphaerodontidae** (668—670). Körper verlängert, mit dicken Ganoidschuppen. Schwanzflosse hemiheterocerk; obere Lappen etwa bis zur Hälfte beschuppt. Hintere Zähne halbkuglig, oft mit stumpfer Spitze (670). Trias — Kreide.

Fig. 668. *Lepidotus semiserratus* Ag. Lias. Whitby. Schuppe von der Außenseite. *g* glatte, von der Nachbarschuppe überdeckte Fläche; *z* Gelenkzapfen.

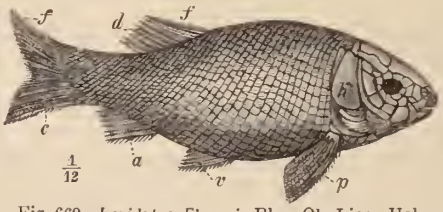



Fig. 669. *Lepidotus Elvensis* Blv. Ob. Lias. Holzmaden. *a* Analflosse; *c* Caudalflosse; *d* Dorsalflosse; *p* Pectoralflosse; *v* Ventralflosse; *f* Fulcra (am Vorderrande aller Flossen); *k* Kiemendeckel.

Fig. 670. *Lepidotus Mantelli* Ag. Wälderstufe. Hastings, England. Halbkuglige Zähne mit stumpfer Spitze.

**Lepidotus** Ag. (= *Sphaerodus* — 668—670). Karpfenähnlich, mit schmelzglänzenden, ± glatten Schuppen; die vorderen durch Zapfen auf der Innenseite fest verbunden (668 *z*). Trias — Kreide, hauptsächlich im Jura.

## B. Alle Zähne kegelförmig.

**Fam. Stylodontidae** (671—673). Alle Flossen mit starken Fulkren. Äußere Zähne griffelförmig. Schwanz halbheterocerk bis fast homocerk. Trias und Jura.

**Semionotus** Ag. (671). Mittelgroße Fische mit ziemlich großer, nach hinten gerückter Rückenflosse. Rückenkamm aus stacheligen Schuppen bestehend. Schwanzflosse halbheterocerk. In der Trias häufig (*Semionotus*-Sandstein des mittleren Keupers in Franken).

**Dapedius** d. l. B. (672, 673). Ziemlich groß, von rhombisch-eiförmiger Gestalt. Rücken- und Afterflosse ziemlich lang. Schwanzflosse fast ganz

homocerk. Kopfknochen gekörnelt. Augen von einem geschlossenen Ring kleiner, vierseitiger Platten (672 *co*) umgeben. Schuppen dick, vorn höher als

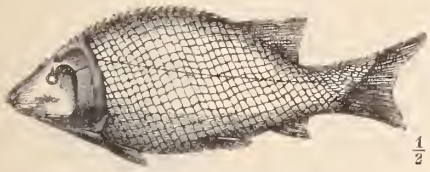


Fig. 671. *Semionotus Kapffi* Fraas. Keuper (Stubensandstein). Stuttgart. $\frac{1}{2}$

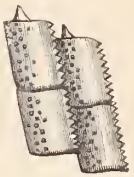


Fig. 673. *Dapedius Leachii* Ag. U. Lias. Lyme Regis. Schuppen von der Außenseite.

Fig. 672. Kopf von *Dapedius*. Lias. *an* Angulare; *br* Kiemenhautstrahlen; *co* Circumorbitalia; *d* Dentale; *f* Frontale; *im* Intermaxillare; *iop* Interopereulum; *j* Jugularplatte; *m* Maxillare; *n* Nasale; *op* Operculum; *p* Parietale; *po* Postorbitalia; *pop* Praeopereulum; *pt* Posttemporale; *sop* Subopereulum; *sq* Squamosum; *st* Supratemporalia.

breit (673). Zähne klein. In der Oberen Trias selten, häufig im Lias von Europa und Indien.

**Fam. Saurodontidae** (674). Fulkren schwach. Schwanzflosse fast ganz homocerk. Zähne kegelförmig. Schuppen decken sich häufig mit dem verdünnten Hinterrand. Trias — Kreide, bes. Jura.

**Pholidophorus** Ag. (674). Schuppen auf den Flanken beträchtlich höher als lang, mit dem oft gezähnelten Hinterrand weit über die nachfolgende Reihe übergreifend. Schwanzflosse tief gegabelt. Zahlreiche, meist kleine Arten gesellig in Trias und Jura. *Ph. Bronnei* Kn. Alpenkeuper.

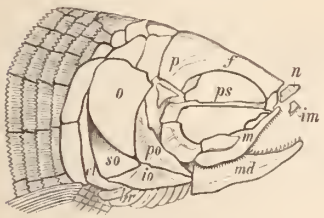



Fig. 674. *Pholidophorus striolaris* Ag. Oberer Malm, Franken.

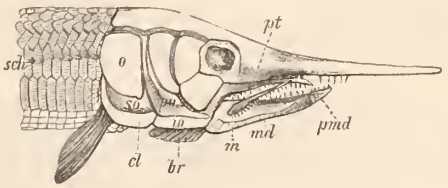



Fig. 675. *Aspidorhynchus acutirostris* Ag. Ob. Malm, Franken.

*br* Kiemenhautstrahlen; *cl* Clavicula; *f* Frontale; *im* Intermaxillare; *io* Interopereulum; *m* Maxillare; *md* Mandibula; *n* Nasale; *o* Opereulum; *p* Parietale; *pmd* Praemandibula; *po* Praeopereulum; *ps* Parasphenoid; *pt* Pterygoideum; *sch* Schuppen der Seitenlinie; *so* Subopereulum.

**Fam. Rhynchodontidae** (675). Langgestreckt, mit schnabelförmig verlängerter, beweglicher Schnauze. Fulkren schwach. Lias — Kreide.

**Aspidorhynchus** Ag. (675). Oberkiefer viel stärker verlängert als Unterkiefer. *Belonostomus* Ag. Unterkiefer fast ebenso lang wie Oberkiefer. In die Verwandtschaft der *Rhynchodontiden* gehört auch die lebende Gattung *Lepidosteus* mit vollständig verknöchertem Skelett.

## 5. Ordnung: Physostomi.

Die Schwanzflosse ist äußerlich homocerk, bei den primitiveren Formen noch »innerlich heterocerk« (638). Schuppen dünn und wenig verkalkt, cykloid (676) oder rhombisch, nie mit Innenleisten versehen oder gelenkig verbunden, sondern dachziegelförmig übereinander liegend. Bauchflossen stehen bauchständig; an den unpaaren Flossen höchstens der vorderste der Flossenstrahlen ein Stachelstrahl. Die Wirbelsäule kann alle Stufen der Verknöcherung aufweisen. Der Kopfpanzer ist mehr oder weniger lückenhaft, selten schmelzbedeckt.

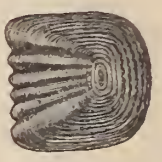


Fig. 676. Cycloidschuppe von *Osmeroides*.

*Physostomi* finden sich fossil von der Trias an, sie sind ziemlich reich vertreten im Jura und dominieren in der Kreide. Im Tertiär stehen sie hinter den *Physoclisti* weit zurück, und unter den lebenden *Physostomi* finden sich verhältnismäßig wenig Meeresbewohner; dagegen gehört die große Mehrzahl der heutigen Süßwasserfische zu ihnen. Es lassen sich zwei größere, keineswegs scharf voneinander getrennte Gruppen unter ihnen annehmen, *I.* die primitiveren *Amioidei* mit nie vollständig verknöcherten Wirbeln und *II.* die moderneren *Clupeoidei* mit meist vollständig verknöcherten Wirbeln.

**I. Amioidei.** Schwanzflosse äußerlich homocerk, aber das Ende der Wirbelsäule setzt in den oberen Lappen fort. Hauptsächlich im Jura, selten in Kreide und Tertiär. Eine lebende Süßwassergattung (*Amia* — 638) in Amerika.

1. Schuppen rhombisch, aber mit meist abgerundeten Ecken. Schwanzflosse gabelig.

**Pachycormus** Ag. Große, lachsähnliche Fische mit dünnen, kleinen, rhombischen Schuppen. Rückenflosse beginnt vor der Afterflosse, Schwanzflosse groß, ausgeschnitten, beide Lappen mit stabförmigen Fulkren besetzt.

Fig. 677. *Caturus elongatus* Ag. Ob. Malm. Cirin.

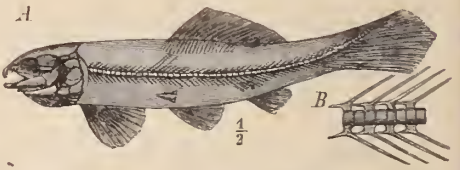


Fig. 678. *A Megalurus elegantissimus* Wagn. *B Megalurus polyspondylus* Mnstr. Schwanzwirbel. Ob. Malm. Franken.

Mundspalte sehr lang, mit kräftigen Zähnen. Kiemendeckel außerordentlich mächtig. Wirbelkörper unvollständig verknöchert; *P. bollensis* Quenst. Ob. Lias. Mitt. Europa.

**Caturus** Ag. (677). Thunfischähnliche Raubfische mit kleinen, sehr dünnen, fast rhombischen Schuppen. Eine Rückenflosse in der Mitte des Rückens, davor noch eine Anzahl Flossenträger ohne Flossenstrahlen. Mundspalte sehr weit, z. T. mit sehr kräftigen Zähnen. Schwanzflosse sehr groß, gegabelt. Kiemendeckel nicht besonders groß. Vom Ob. Lias an, bes. häufig im Ob. Malm. *C. furcatus* Ag., *C. maximus* Ag. Im Ob. Malm von Franken.

2. Schuppen cykloid. Schwanzflosse abgerundet.

**Megalurus** Ag. (678). Rückenflosse lang, in der Mitte des Rückens, endet über der Afterflosse. Hinterrand der Schwanzflosse gerundet. Flossen mit Fulkren. Starke Zähne in den Kiefern. 9—11 Kiemenhautstrahlen. Ob. Malm. Hierher gehört auch

**Amia** L. (638), deren lange Rückenflosse bis zur Schwanzflosse reicht. Süßwasserfisch. Tertiär und lebend.

**II. Clupeoidei.** Schwanzflosse ganz homocerk. Hierher gehören die lebenden Familien der *Clupeiden* (Häringe), *Salmoniden* (Lachse — 639), *Esociden* (Hechte), *Cypriniden* (Karpfen), *Muraeniden* (Aale), *Siluriden* (Welse). Fossile Reste derselben kennt man bes. aus Kreide und Tertiär. Nur die durch schlanke Gestalt und kurze Rückenflosse ausgezeichnete

**Fam. Clupeidae** kennt man schon aus dem Jura, wo sich bes. häufig

**Leptolepis** Ag. (679) mit schwach ausgeschnittener Schwanzflosse, von Härings- bis Sprottengröße, im Ob. Lias und massenhaft im Ob. Malm von Solnhofen findet. *L. Knorri* Ag., *sprattiformis* Ag. (679).

Fig. 679. *Leptolepis sprattiformis* Ag. Ob. Malm Kelheim.

**Meletta** *sardinoides* Heck., an den dicken, radial gestreiften, ovalen Schuppen kenntlich, ist eine wichtige Leitform des Unteren und Mittleren Oligocän in Mitteleuropa. (*Meletta*-Schiefer.)

## 6. Ordnung: Physoclisti.

Die *Physoclisti* haben sämtlich wie die höheren *Physostomi* eine vollständig verknöcherte Wirbelsäule, fächerförmige Brustflossen, eine homocerke Schwanzflosse und dünne, dachziegelartig sich deckende Cykloid- oder Ctenoidschuppen (681); selten sind sie nackt oder mit Knochenplatten gepanzert. Zu den *Physoclisti* gehören alle Fische, welche Ctenoidschuppen besitzen, oder deren Bauchflossen brust- oder kehlständig (681 *v*) sind, oder deren Rücken- und Afterflossen mehrere ungegliederte Stachelstrahlen (681 $d_1$), enthalten.

Die *Physoclisti* bilden die höchst entwickelte Gruppe unter den Fischen, und zu ihnen gehören die große Mehrzahl der tertiären und lebenden Seefische. Sie erscheinen zuerst in der Kreide.

Es werden etwa 70 Familien unter den lebenden *Physoclisti* unterschieden, von denen viele tertiär bekannt sind, während nur sehr wenige auch aus der Kreide nachgewiesen sind. Die meisten *Physoclisti* der Kreide gehören zur

**Fam. Berycidae.** Körper ziemlich kurz und hoch (681), mit starken Ctenoidschuppen (680) versehen. Augen groß. Feine Zähne, bürstenförmig vereinigt an den Kiefern. Rand des Kiemendeckels gezackt oder gekerbt. Bauchflossen (681 *v*) brustständig, mit einem Stachel und mehr als fünf weichen Strahlen. Rückenflosse aus einem vorderen stacheligen Teile ($d_1$)

Fig. 680. Ctenoidschuppe von *Beryx microcephalus* Ag. Ob. Kreide. Lewes (Sussex).

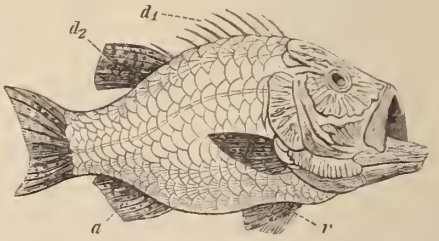



Fig. 681. *Beryx Lewesiensis* Mant. Ob. Kreide. Lewes (Sussex). *a* Afterflosse; $d_1$ stacheliger, $d_2$ weicher Teil der Rückenflosse; *p* Brust-, *v* Bauchflosse.

und einem hinteren weichen Teile ($d_2$) bestehend; Kopf mit großen oberflächlichen Schleimkanälen versehen. Kreide — Gegenwart. Die lebenden Formen sind meist Bewohner größerer Tiefen. **Beryx** Cuv. (680, 681). Kreide — Gegenwart. Zu der

**Fam. Centriscidae,** deren Mund zu einer langen, röhrenförmigen Schnauze verlängert ist, gehört auch

**Amphisyle** Klein (682). Kleine Fischchen mit stark komprimiertem Körper; Rücken bepanzert; keine Schuppen und Zähne. Im Tertiär stellenweise

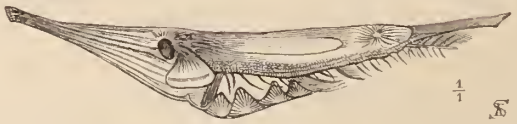


Fig. 682. *Amphisyle Heinrichi* Klein. Oligocän. Oberelsaß.

häufig (*Amphisyle*- oder *Meletta*-Schiefer des Oligocäns), auch noch lebend im indopacifischen Ozean. Mitteleuropa.

## 3. Unterklasse: Placodermi. Panzerfische.

Altpaläozoische Fische mit nicht oder mangelhaft verknöchertem Innenskelett. Kopf und Vorderteil des Rumpfes zumeist mit Knochenplatten gepanzert. Paarige Flossen fehlen meist, dagegen sind oft gepanzerte Ruderorgane vorhanden. Zähne nur

selten angedeutet und nicht individualisiert. Die hierher gehörenden Fische weisen unter sich zwar weitgehende Verschiedenheiten auf, stimmen aber im gemeinsamen Besitz primitiver Merkmale überein. Von den übrigen Fischen unterscheiden sie sich durch die gleichartige knöcherne Umhüllung des Kopfes und des vorderen Rumpfabschnittes, und durch die mangelhafte Entwicklung der paarigen Flossen und der Zähne. Dagegen zeigen sie in andern Merkmalen Verwandtschaft zu *Ganoideen* und *Elasmobranchiern* einerseits, zu Vierfüßlern andrerseits. Man kennt sie nur aus Obersilur und Devon, und zwar finden sie sich nicht nur in den sandigen Flachseebildungen des Oldred, sondern auch in ± kalkigen Meeresabsätzen. Die wichtigsten Vertreter gruppieren sich wie folgt:

A. Paarige Anhänge fehlen. Augen seitlich, weit getrennt. Kopf und Rumpf im Hautpanzer nicht geschieden. Panzerplatten ohne Knochenzellen, ohne Höcker. **1. Fam. Pteraspidae.**

B. Paarige Anhänge vorhanden. Augen genähert, oberständig oder seitlich. Platten mit Knochenzellen und meist mit strahlförmigen Höckern. Kopf und Rumpf vollkommen gesondert.

a) Kopfschild einfach, nicht am Rumpf gelenkend. **2. Fam. Cephalaspidae.**

b) Kopfschild aus mehreren Platten bestehend, am Rumpf gelenkend.

α) Augen oberständig, genähert. Paarige Brustanhänge gepanzert. **3. Fam. Asterolepidae.**

β) Augen seitlich, entfernt. Keine gepanzerten Brustanhänge. **4. Fam. Coccosteidae.**

**1. Fam. Pteraspidae.** Bei der am besten bekannten Gattung *Pteraspis* Kner. (683) sind Kopf und Vorderteil des Rumpfes in einem festen, verlängerten, glatten Panzer eingeschlossen. Das Rückenschild (*r*) besteht aus 7 festgefügten Kalkplatten und ist vorn schnabelartig verlängert, hinten manchmal mit einem Mittelstachel versehen. Bauchschild eine einfache Platte. Eindrücke von 6 Kiemenbögen auf der Innenfläche des Rückenpanzers. Hinter dem Panzer war der Körper mit rhombischen Schuppen bedeckt. Obersilur und Unterdevon Europas.

Fig. 683. *Pteraspis*. Ob. Silur. Galizien. Restauration des Panzers. *a* Auge; *r* Rostrum; *g* Grenze zwischen Rücken- und Bauchschild.

Fig. 684. *Cephalaspis Lyelli* Ag. Old red Sandstone. Schottland. Restauriert.

**2. Fam. Cephalaspidae** (684). Kopfschild groß, halbkreisförmig, an den Hinterecken abgestutzt oder stachelartig ausgezogen; Nackenteil mit starkem Stachel. Augen nahe der Mitte. Hinter dem Panzer jederseits 3 Längsreihen größer, vertiefter Schuppen. Brustflossen in der seitlichen

Ausbuchtung des Kopfschildes, mit kleinen Platten belegt. Schwanzflosse heterocerk, Rückenflosse dreieckig. *Cephalaspis* Ag. (684) reicht vom Obersilur — Oberdevon. England, Nordamerika. *Thyestes* Eichw., eine kleine Gattung des baltischen Obersilurs.

**3. Fam. Asterolepidae** (685). Das auffälligste Merkmal sind die flossenähnlichen, gepanzerten Brustanhänge oder Ruderorgane (*R*), welche, in der Mitte beweglich gegliedert, an den vorderen Bauchplatten artikulieren. Rücken- und Bauchschild des Rumpfes fest verbunden. Hintere Rumpf- und Schwanzregion verkürzt, beschuppt oder nackt. Schleimkanäle in den Kopfplatten angedeutet. Unterkiefer unbekannt. Augen in einer queren Spalte, durch eine Platte (*o*) getrennt. Schwanz heterocerk. Am vollständigsten

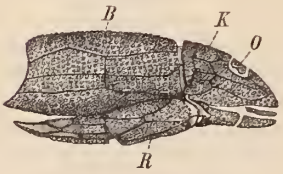



Fig. 685. *Asterolepis ornatus* Pander. Von der Seite, restauriert. Old red Sandstone. Livland. *K* Kopfpanzer; *B* Rumpfpanzer; *R* Ruderorgan; *O* Interorbitalplatte.

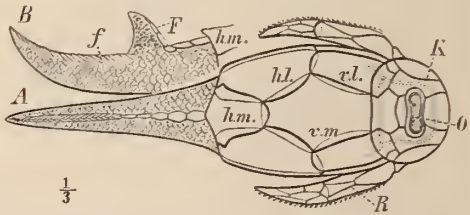



Fig. 686. *Pterichthys cornutus* Ag., restauriert. Old red Sandstone. Schottland. *A* Rückenansicht. *B* Schwanz von der Seite (die schwache Flosse nicht gezeichnet). *F* Rückenflosse; *K* Kopf; *O* unpaare Öffnung (Orbitalöffnung); *R* Ruderorgan; *f* fulkrenähnliche Medianschuppen; *hl* hintere Dorsolateralplatte; *hm* hintere dorsale Medianplatte; *vl* vordere Dorsolateralplatte; *vm* vordere dorsale Medianplatte. Punktierte Linien bedeuten die Schleimkanäle.

bekannt ist *Pterichthys* Ag. (686) mit heterocerkem Schwanz, der bis zur kleinen Rückenflosse (*F*) mit fulkrenähnlichen Schuppen (*f*) bedeckt ist. Vor der Rückenflosse (*F*) einige größere Platten. Unter- und Mitteldevon. Der nahe verwandte *Asterolepis* Eichw. (685) in isolierten Platten weit verbreitet im Devon. Von *Bothriolepis* Eichw. mit sehr langen Ruderorganen hat man bisher nur den Panzer, diesen aber in sehr vollkommener Erhaltung gefunden. Oberdevon. Europa, N. Amerika.

**4. Fam. Coccosteidae** (687). Innenskelett schwach verknöchert. Hintere Körperhälfte schuppenlos. Kopf am Brustpanzer artikulierend (*B*). Schwache, undeutlich individualisierte Zahnbildungen (*md*). Augen seitlich, von einem 4teiligen Plattenring eingefaßt. Ein ± langes, einfaches, stachelartiges Ruderorgan am Vorderteil des Halses (*st*). Der Rumpfpanzer besteht aus einer großen Nackenplatte (*o*), 2 großen Deckplatten des Kiemenapparates (*op*, *op'*) und 4 hinteren Platten (1—4), die als Deckknochen eines Schultergürtels gelten. Der gerundete Ausschnitt (*pf*) deutet auf den Besitz von Brustflossen, das Becken auf das Vorhandensein von Bauchflossen (*v*) hin. Ein vertikales Knochenstück (*k*) diente wohl als Basalstück für die vordere Rückenflosse. Hintere Rückenflosse (*d*) wohl entwickelt. Auch die Afterflosse scheint durch eine Platte (*a*) gestützt gewesen zu sein. Im Devon Europas und Nordamerikas.

*Coccosteus* Ag. (687), im Devon Europas und Nordamerikas, vereinigt echte *Placodermen*-Merkmale, wie die Panzerbildung, das Fehlen echter Zähne, mit den Merkmalen der *Chimaeren* und *Ganoideen*. Die Beweglichkeit

des Kopfes, die Verteilung der Schädelknochen, die Zusammensetzung des Brustpanzers, der 4teilige Schultergürtel kehren aber nicht bei Fischen, sondern nur bei niederen Vierfüßlern, i. Bes. bei den *Stegocephalen* (S. 381) wieder.

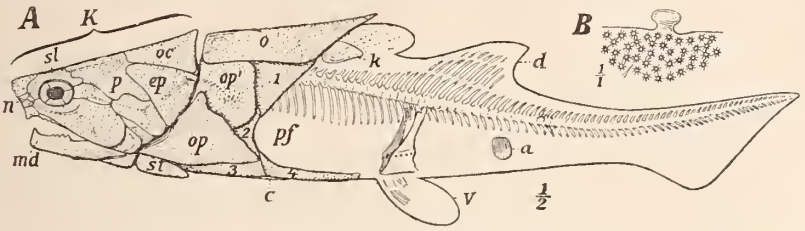



Fig. 687. *Coccosteus.* Devon. *A* Rekonstruiertes Gesamtbild (die Gestalt der Schwanzregion ist unsicher). Punktierte Linien = Schleimkanäle.
*K* Kopfregion. *n* Nasenlöcher; *sl* Scheitelloch; *md* Unterkiefer; *p* Parietale; *o* Occipitale; *ep* Epioticum.
Halspanzer. *o* Cervicale; *op*, *op'* Kiemendeckel; *st* beweglicher Stachel; *1—4*, *c* Elemente des Schultergürtels.
*k* Basalplatte der vorderen Rückenflosse; *d* Rückenflosse; *a* Träger der Afterflosse; *v* Bauchflosse, dem einfachen Becken angeheftet; *pf* Region der Brustflosse.
*B* Obere Kiemendeckelplatte (*op'*) mit Gelenkkopf.

## Geologische Verbreitung der Fische.

Die ältesten bis jetzt bekannten Fische finden sich im Obersten Silur (Ludlow) Englands, der baltischen Provinzen und Galiziens, sowie in Nordamerika. Diese gehören fast ausschließlich den *Placodermen*, z. T. auch unvollkommen bekannten *Elasmobranchiern* an. Das Devon, namentlich die Oldredbildungen Rußlands, Gr. Britanniens und Nordamerikas, haben die erste reichhaltige Fischfauna geliefert. Dieser wird durch das Vorherrschen der *Placodermen* ein besonderer Charakter aufgeprägt. Daneben erscheinen aber auch schon *Crossopterygier* und *heterocerke Ganoideen*, sowie *Dipnoer* und alle 4 Ordnungen der *Elasmobranchier*.

Das Karbon beherbergt sowohl marine Fischreste (im Kohlenkalk), als auch Brack- und Süßwasserbewohner (in den produktiven Bildungen in Nordeuropa und in N. Amerika). An Stelle der verschwundenen *Placodermen* dominieren jetzt *Selachier* und die *heterocerken Ganoideen*, und auch in der Permformation bleibt dies Verhältnis bestehen, wenngleich wegen unserer unvollkommenen Kenntnis mariner Absätze aus dieser Zeit die *Selachier* zurückzutreten scheinen. Mit dem Perm verschwinden die *Proselachier*, sowie manche Gruppen der *Selachier* selbst und die *Acanthodini*.

In der Trias, deren Fischfauna uns fast nur aus den Alpen und Deutschland bekannt geworden ist, treten an Stelle der altertümlichen *Heterocerken* allmählich die *Euganoideen;* es erscheinen aber auch schon *Amioideen* und die ersten Vertreter der *Clupeoideen*. Unter den Haien herrschen die *Cestracionten*.

Die Fauna des Jura ist hauptsächlich in den Liasschichten Englands und Süddeutschlands, sowie in den Plattenkalken des Oberen Malm Süddeutschlands und Frankreichs vertreten. Hier treten *Euganoideen* und *Amioideen* sehr in den Vordergrund, auch *Clupeoideen* erscheinen im Oberen Malm schon reich an Individuen. Die *Heterocerken* treten fast ganz zurück. Die *Selachier* dieser Zeit zeigen zumeist schon große Übereinstimmung mit den jetzt lebenden Formen.

Im Laufe der Kreidezeit beginnen unter Zurücktreten der *Amioideen* die Knochenfische, zunächst die *Clupeoideen*, zu dominieren. Die reichen Faunen, welche die Ablagerungen der Oberen Kreide in Mittel- und Nordeuropa und am Libanon geliefert haben, enthalten aber auch *Physoclisti* in nicht geringer Zahl.

Die Marinbildungen des Tertiärs sind durch das Überwiegen der *Physoclisti*, die Süßwasserbildungen dieser Zeit durch den Reichtum an *Clupeoideen* ausgezeichnet. Die *Selachier* stimmen mit den heutigen generisch fast vollständig überein.

In der heutigen Fischfauna finden sich noch vereinzelte Vertreter von früher reichlich entwickelten Gruppen, bezw. Organisationsstufen, wie 3 Gattungen von Lungenfischen, 2 von *Crossopterygiern*, 1 von *Euganoideen*, 1 von *Amioideen* und 4 von *Holocephalen*. Die Hauptmasse der Fische gehört den *Squaloideen* und *Teleosteern* an. Die Wandlungen, welche diese beiden großen Formenkreise im Laufe der Zeit durchgemacht haben, kommen allgemein in einer allmählichen Zunahme der Verknöcherung des Innenskeletts zum Ausdruck, bei den *Selachiern* nur in unvollkommener, bei der Mehrzahl der *Euichthyes* in vollständiger Weise, indem unter allmählichem Schwinden der knöchernen Schuppenbedeckung Wirbelsäule und Kopfskelett verknöchern. Zugleich wandelt sich die ursprünglich *heterocerke* Flosse nach und nach in die *homocerke* um. Diese Umwandlungsvorgänge, die sich in der Klassifikation durch Unterscheidung der *Heterocerken*, *Euganoideen*, *Amioideen*, *Clupeoideen* und *Physoclisti* aussprechen, haben stets eine größere Anzahl von natürlichen Gruppen annähernd gleichzeitig ergriffen und nur vereinzelte konservative Gestalten bis heute verschont.

## 2. Klasse: Amphibia. Lurche.

Die Amphibien besitzen wie die Fische kaltes Blut und stets in der Jugend, zuweilen auch noch im erwachsenen Zustande Kiemen. Auch die unvollkommene Verknöcherung der Wirbelsäule und des Primordialkraniums, die reichliche Ausbildung von Deckknochen, bes. das Auftreten des *Parasphenoids*, sowie das Fehlen eines Brustbeins sind wesentlich fischartige Merkmale. Dagegen gleichen sie in der Erscheinungsweise, namentlich durch die ± vollständige Abgliederung des Schwanzes, die Beweglichkeit des Kopfes, bes. aber in der Ausbildung von 4- oder 5fingerigen Gliedmaßen statt Flossen den übrigen Vierfüßlern. Ein doppeltes Hinterhauptsgelenk, das sich unter den Fischen nur bei *Placodermen* findet, unterscheidet sie von den Reptilien; ebenso der Besitz des *Parasphenoids*.

Die heutigen *Amphibien* zerfallen, abgesehen von den seltenen Blindwühlern der Tropen, in die beiden Ordnungen der

**Urodela** oder Schwanzlurche mit wohlentwickeltem Schwanz und der schwanzlosen

**Anura** oder Froschlurche (*Batrachia*).

Die ältesten *Urodelen* kennt man aus der Unteren Kreide. Im jüngeren Miocän (Öningen) existierte schon der mit dem in Ostasien lebenden Riesensalamander, *Cryptobranchus*, nahe verwandte

**Andrias** *Scheuchzeri* Tsch., dessen fast 1,5 m großes, knöchernes Skelett von Scheuchzer als »Homo diluvii testis« gedeutet wurde.

Fossile *Anuren*, von den lebenden wenig verschieden, reichen bis ins Eocän zurück.

Eine dritte, mannigfach gestaltete Gruppe von *Amphibien*, die mit den heutigen wenig Ähnlichkeit hat, dagegen sehr wichtige Beziehungen zu *Placodermen* einerseits, zu *Reptilien* andrerseits aufweist, wird in Karbon, Perm und Trias angetroffen, die

## Stegocephala.

Es sind z. T. große, geschwänzte *Amphibien*, fast stets mit 2 Paar Gliedmaßen ausgestattet; abweichend von den heutigen Vertretern besitzen sie einen aus Deckknochen bestehenden, fast lückenlosen Kopfpanzer und meist einen aus Schuppen zusammengesetzten Bauchpanzer. Das Innenskelett zeigt sehr verschiedene Grade der Verknöcherung. Ihre Form ist Salamander-, Eidechsen-, Krokodil- oder Schlangen-artig. Das oben und an den Seiten vollständig geschlossene Schädeldach enthält meist nur Augen- und Nasenöffnungen, sowie ein Scheitelloch. Ein Sklerotikalring (688 *sc*) umgibt häufig das Auge. Der Schultergürtel besteht aus einer mittleren Brustplatte (*Episternum* — 690 *th.m*, 693 *th.m*) und 2 seitlichen (*clavicula* — 690 *th.l*, 693 *th.l*); diese bezeichnenden Hautknochen fehlen den jüngeren, echten *Amphibien*. Ein knöchernes Brustbein fehlt.

Bei den jüngeren *Stegocephalen* verknöchert das Innenskelett mehr und mehr, besonders die Wirbel, die Gelenkenden der Rippen und Beinknochen, das Schambein, sowie die Hand- und Fußwurzelknochen.

In den *Stegocephalen* dürften verschiedene *Reptilien*-Gruppen wurzeln.

Einteilung der **Stegocephala**:

**1. Branchiosauri.** Kleine, salamanderähnliche Tiere mit breitem, stumpfem Kopf, kurzer Schnauze und kurzem Schwanze. Nur die Bauchseite beschuppt. Wirbelzentrum nicht verknöchert. Zähne glatt. Karbon und Perm.

**2. Sauromorpha.** Kleine, eidechsen- oder schlangenartige Geschöpfe mit ± spitzer Schnauze und meist langem Schwanze. Schuppen meist auf Bauch- und Rückenseite, Wirbelzentrum verknöchert; Wirbel amphicöl. Zähne glatt. Karbon und Perm.

**3. Ganocephala.** Große, krokodilartige Tiere meist mit verzierten Schädelknochen und häufig mit Schleimkanälen. Bauchseite beschuppt oder nackt. Zähne ± gefaltet. Karbon und Perm, hauptsächlich Trias.

## 1. Unterordnung: Branchiosauri.

Schädel besteht nur aus Deckknochen (688, 689). Hinterhauptsgelenke nicht verknöchert. An der Wirbelsäule die oberen Bögen wohl entwickelt und verknöchert; Interzentrum (Basalteil der unteren Bögen) fehlt; Wirbelzentrum gar nicht verknöchert oder nur von einer äußerst dünnen Knochenhülse umgeben, welche die Chorda vertebral nicht einschnürt (»tonnenförmige Wirbelkörper«). Rippen dick, kurz und gerade, an sämtlichen Rumpf- und den vorderen Schwanzwirbeln. Schambein, Hand- und Fußwurzelknochen nicht verknöchert, Schuppen auf der Bauchseite stets vorhanden. Karbon und Perm. Die primitivsten Formen unter den *Stegocephala*.

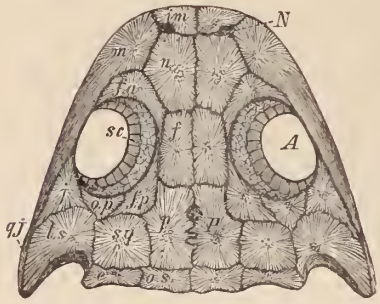



Fig. 688. *Branchiosaurus amblystomus* Credn. Rotliegendes. Plauenscher Grund b. Dresden. Schädel von oben.

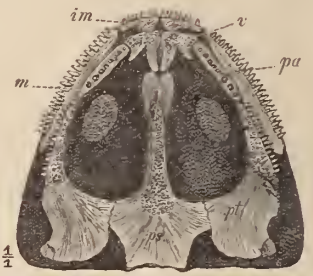



Fig. 689. *Dawsonia polydens* Fritsch. Karbon — Perm (Gaskohle). Nyran, Böhmen. Schädel von unten.

*A* Augen-, *N* Nasenhöhle; *P* Scheitelloch; *e* Epioticum; *f* Frontale; *fa* Praefrontale; *fp* Postfrontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *m* Maxillare; *n* Nasale; *op* Postorbitale; *os* Supraoccipitale; *p* Parietale mit dem Scheitelloch (*P*); *pa* Palatinum; *ps* Parasphenoid; *pt* Pterygoid; *qj* Quadratojugale; *sc* Sklerotikalring; *sq* Squamosum; *ts* Supratemporale; *v* Vomer.

**Branchiosaurus** Fritsch (= *Protriton* Gdry. 688, 690). Auf den Kiefern steht eine dichte Reihe spitzer Zähne; sonst zahnlos. Die mittlere Kehlplatte (690 *th.m*) ungestielt, mit zerschlitztem Vorderrande. Rippen und Extremitätenknochen nur mit dünner äußerer Knochenhülse; Gelenkenden nicht verknöchert. 4/5 Zehen. Die in der Jugend wohl entwickelten 4 Kiemenbögen gehen später verloren. Nur beim erwachsenen Tier bedeckt ein Schuppenpanzer den Bauch. die Unterseite des Schwanzes und der Gliedmaßen. Ob. Karbon und Perm. Sachsen, Thüringen, Böhmen, Frankreich.

Von *B. amblystomus* Credn. (688, 690), dem häufigsten *Stegocephalen* des Rotliegenden im Plauenschen Grunde b. Dresden, kennt man die ganze Skelettentwicklung von der 30 mm großen Larve bis zum 120 mm langen erwachsenen Tier.

**Dawsonia** Fritsch (689) aus der Gaskohle des Karbon — Perm in Böhmen, zeichnet sich durch den Besitz von Zähnen an allen oberen Mundknochen aus.

## 2. Unterordnung: Sauromorpha.

Sie gleichen habituell den Eidechsen und Schlangen, besitzen häufig auch auf der Oberseite Schuppen und haben verknöcherte Schambeine und verlängerte, amphicöle Wirbel.

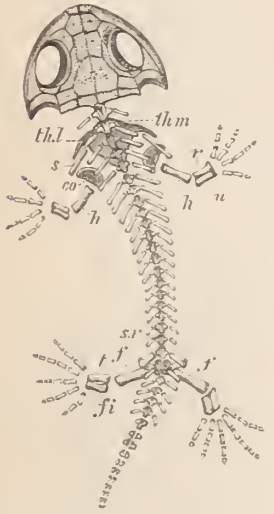



Fig. 690. *Branchiosaurus amblystomus* Credn. Larve. Rotliegendes des Plauenschen Grundes b. Dresden. *co* Coracoid; *f* Femur; *fi* Fibula; *h* Humerus; *r* Radius; *s* Scapula; *sr* Sakralrippen; *t* Tibia; *th.l* seitliche, *th.m* mittlere Thoracalplatte; *u* Ulna. Die in diesem Zustande noch vorhandenen Kiemen sind weggelassen.

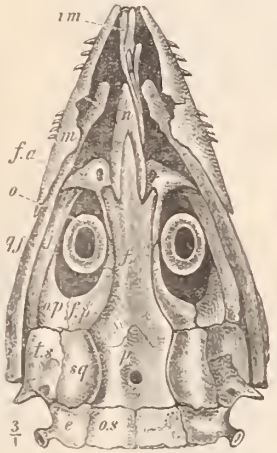



Fig. 691. *Dolichosoma longissimum* Fritsch. Karbon — Perm. Nyran, Böhmen. Schädel von oben. *e* Epiotieum; *f* Frontale; *f.a* Praefrontale; *f.p* Postfrontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *m* Maxillare; *n* Nasale; *o* Sklerotikalring; *op* Postorbitale; *o.s* Supraoccipitale; *qj* Quadratojugale (zweifelhaft); *p* Parietale mit dem Scheitelloch; *sq* Squamosum; *t.s* Supratemporale.

Fig. 692. *Ricnodon Copei* Fritsch. Karbon — Perm. Böhmen. Restauriert. 3/5.

Als Beispiel der Eidechsen-artigen Formen möge

**Ricnodon** Fritsch (692) mit gerundeten Körperschuppen und Gaumenzähnen erwähnt werden. Perm. Die schlangenartigen Formen haben eine ± verlängerte Schnauze und entbehren der Gliedmaßen, wie

**Dolichosoma** Huxl. (691). Hier fehlt die Körperbeschuppung. Der stark verlängerte Körper enthält 150 Wirbel. Karbon und Perm.

## 3. Unterordnung: Ganocephala.

### (Archegosauria + Labyrinthodontia.)

Große Tiere von Krokodil-artigem Habitus mit gut verknöcherten Gliedmaßen. Die älteren Formen besitzen einen aus mehreren Stücken bestehenden Wirbelkörper (temnospondyl = rhachitom oder embolomer), während er bei den jüngeren (triadischen) Formen zusammenhängend

(stereospondyl) ausgebildet ist. Ebenso nimmt die Verknöcherung des Schädels und die Faltung der Zähne im Laufe der Zeit zu.

**1. Fam. Archegosauridae** (= *Temnospondyli*). Der Wirbelkörper besteht aus mehreren getrennten Stücken (694). Zähne schwach gefaltet. Karbon — Trias.

Die am besten bekannte Gattung ist der im Rotliegenden von Saarbrücken in zahlreichen Stücken gefundene

**Archegosaurus** v. Mey. (693, 694). Bis 1,5 m lange Tiere mit langem Ruderschwanz. Dicke, fast gerade Rippen (693 *c*) an allen Rumpf- und den vorderen Schwanzwirbeln; ihr proximal verbreitertes Ende verknöchert spät. Die Schnauze des platten Schädels verlängert sich mit dem Alter. Augen klein, mit Sklerotikalring. Hinterhaupt nicht verknöchert. Schädeldach- und Kehlplatten stark verziert. Mittlere Kehlplatte groß, verlängert (*th.m*). Bauch mit spindelförmigen, schräg gereihten Schuppen (*b*) bedeckt; außerdem rundliche Körperschuppen (*sch*). 4/5 Zehen. Kieferzähne spitz, an der Basis gefurcht (*B*, *C*), gesondert in seichten Gruben; außerdem kleinere Kieferzähne. Junge Tiere besitzen Kiemenbögen. Schwanz fast nie erhalten.

**Eryops** Cope (695) ist ein verwandter großer Stegocephale aus dem nordamerikanischen Perm. Schädel 0,5 m lang, ohne deutliche Nähte.

**2. Fam. Labyrinthodontidae** (= *Stereospondyli*). Wirbelkörper einheitlich, amphicöl, Zähne stark mäandrisch gefaltet (labyrinthodont — 697), Hinterhaupt verknöchert. Schleimkanäle

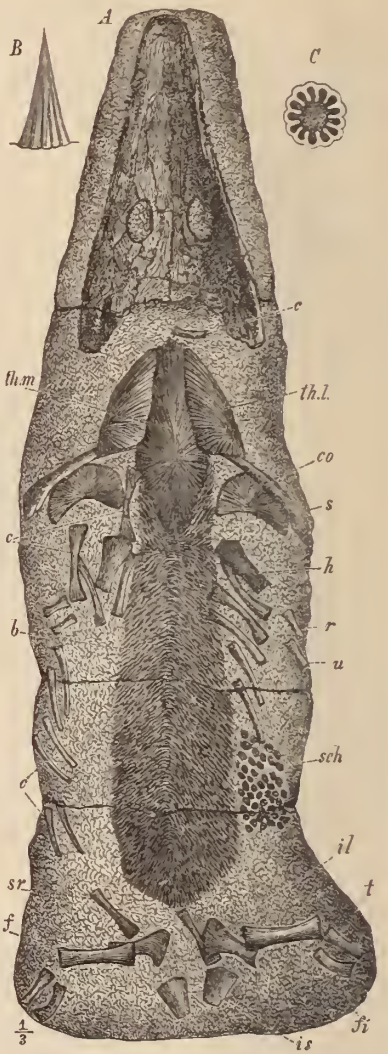



Fig. 693. *Archegosaurus Decheni* Gf. Sphärosiderite des mittl. Rotliegenden. Lebach b. Saarbrücken. *A* Ansicht eines der vollständigsten Exemplare von der Bauchseite. *b* Bauchpanzer; *c* Rippen (nur zum Teil gezeichnet); *co* Coracoid; *f* Femur; *fi* Fibula; *h* Humerus; *il* Ileum; *is* Ischium; *r* Radius; *s* Scapula; *sch* Körperschuppen; *sr* Sakralrippen; *t* Tibia; *th.l* seitliche Thorakalplatten (Clavicula); *th.m* mittlere Thorakalplatte (Episternum); *u* Ulna. *B* Fangzahn (2/1); *C* sein Querschnitt in der Nähe der Basis.

eine deutliche Lyra auf der Schnauze bildend (696). Bauchpanzer bei triadischen Formen nicht bekannt. Karbon und Perm, hauptsächlich Trias.

Fig. 694. *Archegosaurus Decheni* Gf. Rotliegendes. Lebach. Rumpfwirbel. *i* Intercentrum; *p* Pleurocentra; *o.b* oberer Bogen mit Dornfortsatz (*od*); *z*, *z'* Gelenkfortsätze.

Fig. 695. *Eryops megacephalus* Cope. Perm. Texas. Schädel von der Seite.

Die 4 in der germanischen Trias verbreiteten Formen

**Trematosaurus** Br. (696) mit verlängerter Schnauze, **Metopias** v. Mey., **Mastodonsaurus** Jäg. (697) und **Capitosaurus** Muenst. mit ± breitem Kopf und gerundeter Schnauze, sind durch beträchtliche Größe ($^1/_4$—1 m Kopflänge), tiefgrubige Skulptur des Schädeldachs und einige größere Fangzähne (696*D*) neben kleineren ausgezeichnet. Diese Fangzähne sind an der Basis stark gefaltet und zeigen im Querschnitte radiäre, mäandrisch gewundene Dentinfalten (697), die nach oben hin einfacher werden und an der Spitze verschwinden.

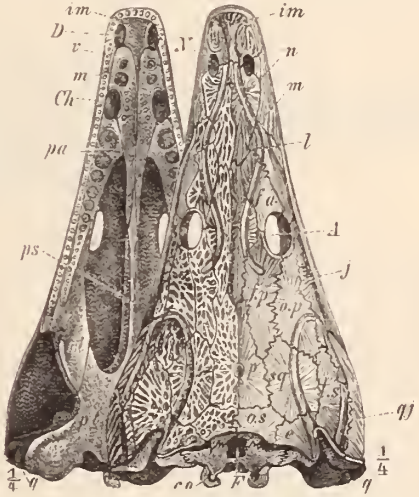



Fig. 696. *Trematosaurus Brauni* Burm. Buntsandstein. Bernburg. Schädel von oben und von unten. *A* Augenhöhle; *Ch* innere, *N* äußere Nasenöffnung; *D* Höhle zur Aufnahme der unteren Fangzähne; *F* Foramen magnum; *co* Hinterhauptsgelenke; *e* Epioticum; *f* Frontale; *fa* Praefrontale; *fp* Postfrontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *l* Lacrymale; *m* Maxillare; *n* Nasale; *o.p* Postorbitale; *os* Supraoccipitale; *p* Parietale mit Scheitelloch; *pa* Palatinum; *ps* Parasphenoid; *pt* Pterygoid; *q* Quadratum; *sq* Squamosum; *t.s* Supratemporale; *v* Vomer.

Als Fußspuren von Labyrinthodonten werden die unter dem Namen **Chirotherium** Kaup (698) bekannten, handförmigen Fährten im deutschen und englischen Buntsandstein, sowie aus dem Karbon und Perm gedeutet (Chirotherienbänke der unteren Abteilung des Oberen Buntsandsteines in Deutschland). Sie zeigen meist 5, seltener 4 Zehen; die Vorderfüße stets kleiner als die Hinterfüße.

### Bedeutung der Stegocephalen.

Man kann die meisten *Steg.* nur im physiologischen, nicht im genetischen Sinne als Amphibien bezeichnen. Einerseits schließen sie sich an manche Panzerfische, wie namentlich *Coccosteus* (S. 378) sehr enge an, bes. tritt

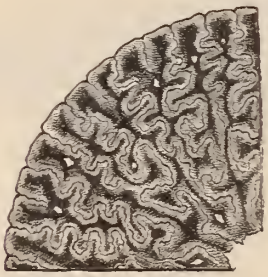


Fig. 697. *Mastodonsaurus giganteus* Jäg. Lettenkohle. Württemberg. Teil eines Querschnittes von der Basis eines großen Fangzahnes.

Fig. 698. Fußspuren von *Chirotherium Barthi* Kaup. Ob. Buntsandstein. Hersberg b. Hildburghausen. 1/15.

die Ähnlichkeit im Kopf- und Brustpanzer deutlich hervor, andrerseits müssen sie z. T. als Vorfahren von Reptilien, i. B. von *Crocodilicrn* aufgefaßt werden. Mit dieser Zwischenstellung stimmt auch ihr geologisches Auftreten gut überein.

## 3. Klasse: Reptilia. Kriechtiere.

Die Reptilien sind kaltblütige, lungenatmende Tiere mit nackter, beschuppter oder mit Knochenplatten bedeckter Haut. Von den *Amphibien* und *Säugetieren* unterscheiden sie sich durch den Besitz eines einzigen Hinterhauptgelenkes, von den *Vögeln* durch das Fehlen der Federn. Das Innenskelett, i. B. das Primordialkranium und die Wirbelsäule sind im Vergleich zu den *Amphibien*, namentlich den *Stegocephalen*, stark verknöchert. Falls nicht die hinteren Gliedmaßen fehlen, sind stets mindestens 2 Beckenwirbel vorhanden. Der Unterkiefer artikuliert an einem gesonderten Knochen, dem Quadratbein (710 *q*), welches vielfach unbeweglich (bei Eidechsen, Schlangen und Vögeln beweglich) mit dem Schädel verbunden ist. Die Zähne sind fast immer einfach und einwurzelig, selten differenziert, können auch fehlen (Schildkröten).

Die Körpergestalt und Lebensweise sind sehr mannigfaltig.

Die 9 Ordnungen, welche gewöhnlich unterschieden werden, gruppieren sich nach dem Habitus wie folgt:

Meersaurier. Nackt, meist mit flossenartigen Gliedmaßen. Brustbein fehlt.

1. **Ichthyosauria.** Fischsaurier. Hals kurz, Schwanz lang.
2. **Sauropterygia.** Hals lang, Schwanz kurz.

Schildkröten. Körper gedrungen, platt. Rücken- und Bauchpanzer.

**3. Testudinata.** Land- und Wassertiere.

Echsen- und Schlangen-Saurier. Körper verlängert, niedrig, Gliedmaßen kurz oder fehlend. Schwanz lang.

**4. Rhynchocephala.** } Schuppensaurier,
**5. Streptostylica.** } ohne Panzer. Land- und Wassertiere.

**6. Crocodilia.** Mit Rücken- (und meist Bauch-) Panzer. Wassertiere.

Flugsaurier. Mit Flughaut und verlängertem Flugfinger. Kopf vogelartig.

**7. Pterosauria.** Flattertiere.

Landsaurier. Plump und stark gebaut. Gehfüße. Land- und Süßwassertiere.

**8. Theromorpha.** Zähne oft differenziert. Z. T. Säugern ähnlich.

**9. Dinosauria.** Riesensaurier. Becken vogelartig verlängert.

## 1. Ordnung: Ichthyosauria. Fischsaurier.

Meerestiere des Mesozoikums, die sich von allen andern Reptilien durch die delphinartige Gestalt, die nackte Haut, die flossen-

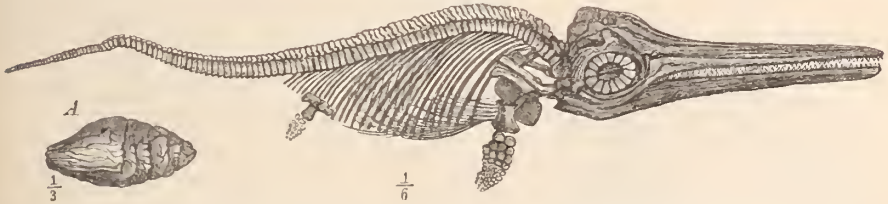



Fig. 699. *Ichthyosaurus quadriscissus* Quenst. Oberer Lias ε (Posidonienschiefer). Boll, Württemberg. Skelett eines sehr jungen Individuums (Orig.). *A* Koprolith.

artigen Gliedmaßen, durch den langen, mit Flosse versehenen Schwanz und die zahlreichen, kurzen Wirbel unterscheiden.

Der Schädel ist auffallend lang, mit schnabelartig ausgezogener, wesentlich vom Zwischenkiefer gebildeter Schnauze (627 — S. 353). Die Nasenlöcher weit nach hinten gerückt. In der großen Augenhöhle ein starker Sklerotikalring (699). Zähne meist zahlreich, kegelförmig (701), gefurcht, in Rinnen am Rande der Kiefer eingefügt.

Wirbelsäule aus 120—150, tief amphicölen, kurzen, scheibenförmigen Wirbeln (700) zusammengesetzt. Rumpfwirbel mit 2 (700 *o*, *u*) warzenförmigen Rippenträgern. Brustbein fehlt.

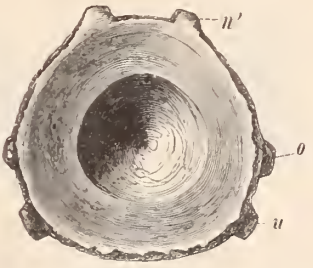



Fig. 700. Hinterer Rumpfwirbel von *Ichthyosaurus*, von vorn. *n'* Ansatzstelle der oberen Bögen; *o* oberer, *u* unterer Rippenträger.

Vordere Gliedmaßen (702 *A*) viel stärker als die hinteren (*B*). Alle Knochen mit Ausnahme des humerus (*h*) und femur (*f*) als runde oder vieleckige Platten ohne Gelenke

ausgebildet. Die Zahl der Finger kann bis auf 9 vermehrt sein; die Fingerglieder stets überzählig (bis ca. 20). Die Vorderflosse gelenkt an einem starken Schultergürtel (702 *A*), während die ± reduzierte Hinterflosse (*B*) an einem schwachen, nicht mit der Wirbelsäule verbundenen Becken (*C*) angeheftet ist. Zahlreiche, dünne, gebogene Bauchrippen vorhanden.

Fig. 701. Zahn von *Ichthyosaurus communis* Conyb. U. Lias. Lyme Regis. (2/3.)

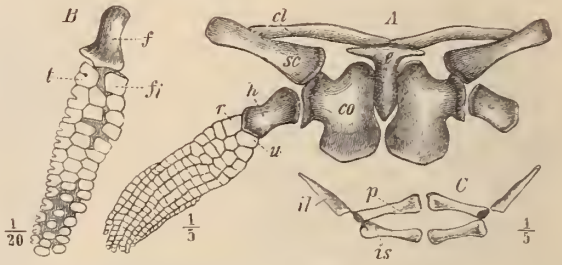



Fig. 702. *A Ichthyosaurus intermedius* Conyb. Schultergürtel mit Vorderflosse. *B I. multiscissus* Quenst., Hinterflosse. *C I. intermedius* Conyb., Beckengürtel. *cl* Clavicula; *co* Coracoid; *e* Episternum; *f* Femur; *fi* Fibula; *h* Humerus; *il* Ileum; *is* Ischium; *p* Pubis; *r* Radius; *sc* Scapula; *t* Tibia (gekerbt wie die äußere Reihe der übrigen Fußknochen); *u* Ulna.

Der Körper war nur mit einer im fossilen Zustande gelegentlich noch angedeuteten Lederhaut bedeckt. Es war eine hohe, dreieckige Rückenfinne und eine halbmondförmige, vertikal gestellte, aber wohl flach gebrauchte Schwanzflinne (703) vorhanden. Daher ist die Wirbelsäule, wo sie in die Finnen eintritt, stets abgeknickt, und alle folgenden Wirbel sind gegeneinander verschoben. Auch die Extremitäten waren von einer lederartigen Haut umhüllt. Die spiral gefurchten Kotballen (Koprolithe — 699 *A*) enthalten u. a. Fischschuppen und Sepienreste.

Aus dem Vorkommen gut erhaltener Embryonenskelette darf man schließen, daß die *Ichth.* lebendig gebärten.

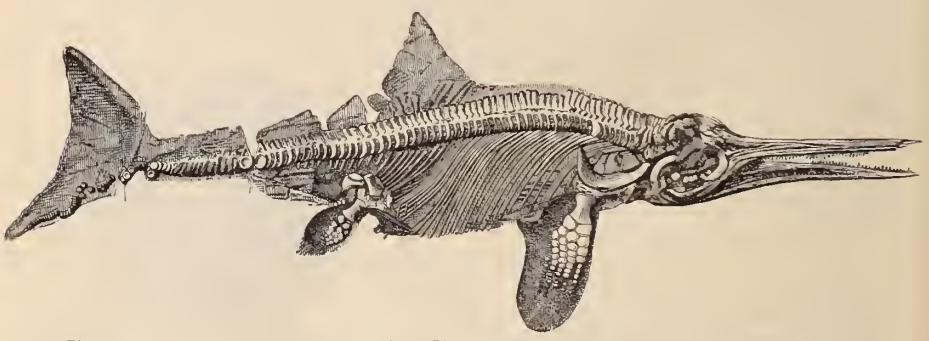


Fig. 703. *Ichthyosaurus quadriscissus* Qu. Ob. Lias (Posidonienschiefer). Boll, Württemberg. Mit Hautbedeckung und Flossen.

Die meisten triadischen Funde zeichnen sich durch getrennte und relativ lange Unterarmknochen aus (*Mixosaurus*). Die typischen Formen, die schon

in der Trias, besonders aber in vorzüglich erhaltenen Skeletten im Lias (England, Württemberg, Franken) und fast in allen Erdteilen bis in die Oberste Kreide hinauf vorkommen, werden als

**Ichthyosaurus** Con. (627, 699—703) zusammengefaßt. Fast oder ganz zahnlose, verwandte Gattungen im Oberen Jura und in der Kreide.

## 2. Ordnung: Sauropterygia.

Ursprünglich wohl amphibische, das Süßwasser, später ausschließlich das Meer bewohnende, nackte Reptilien mit langem, stets aus + als 10 Wirbeln bestehendem Hals, kleinem Kopf, fünfzehigen, ± flossenartigen, verlängerten Gliedmaßen, mit starkem, aus plattigen Knochen zusammengesetztem Schultergürtel und Becken; Trias — Oberste Kreide.

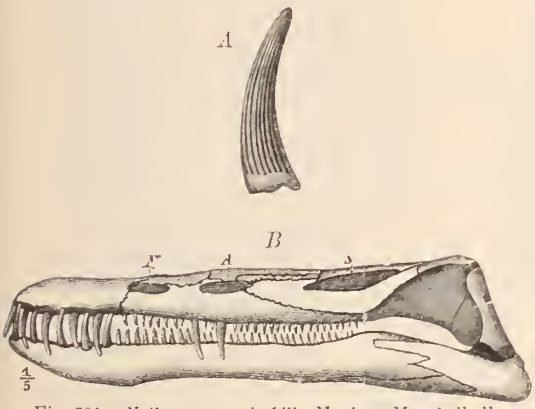



Fig. 704. *Nothosaurus mirabilis* Mnstr. Muschelkalk. Bayreuth. *A* Fangzahn (1/1). *B* Schädel von der Seite. *A* Augen-, *N* Nasen-, *S* Schläfenhöhle.

Die älteren Vertreter, wie

**Nothosaurus** Mnstr. (704), aus der germanischen Trias, zeichnen sich durch geringere Größe, schlanke, gehfußartige Gliedmaßen, kurze Hände und Füße mit normaler Zahl der Fingerglieder aus. Im Schultergürtel ist das Schlüsselbein vorhanden. Den jüngeren Formen, wie bes.

**Plesiosaurus** Conyb. (705), dessen vollständige Skelette im Lias gefunden sind, fehlt das Schlüsselbein. Der

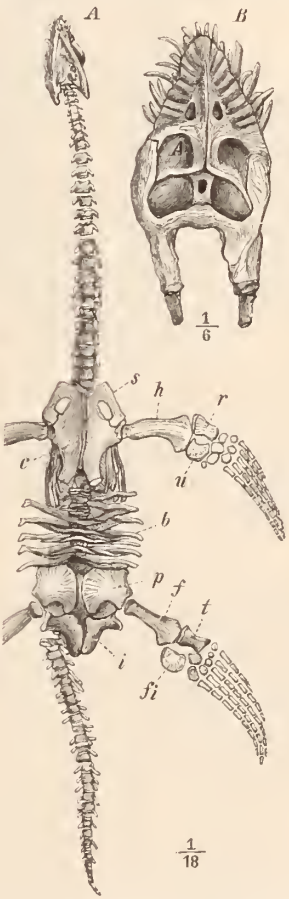



Fig. 705. *Plesiosaurus dolichodeirus* Conyb. Unt. Lias. England. *A* Skelett von der Bauchseite. *B* Schädel von oben. *A* Augenhöhle; *b* Bauchrippen; *c* Coracoid; *f* Femur; *fi* Fibula; *h* Humerus; *i* Ischium; *p* Pubis; *r* Radius; *s* ventraler Fortsatz der Scapula (Präcoracoid); *t* Tibia; *u* Ulna.

stark verlängerte Hals trägt einen verhältnismäßig kleinen Kopf. Die Arm- und Beinknochen erscheinen verkürzt und verbreitert, während sich die Zahl der Finger- und Zehenglieder stark vermehrt, so daß die Gliedmaßen ausgesprochen flossenartig werden.

Mehrere jüngere, aus Jura und Kreide bekannte Gattungen erreichen die enorme Größe von 15 m und darüber und sind z. T. über die ganze Erde bis in die allerjüngsten Kreideschichten hinauf verbreitet, so

**Cimoliosaurus** Leid. mit langem, und **Pliosaurus** Ow. mit kurzem Hals. Tertiäre und lebende Vertreter kennt man nicht.

## 3. Ordnung: Testudinata. Schildkröten.

Sie unterscheiden sich scharf von allen andern Reptilien durch ihren gedrungenen Bau und durch die meist vollständige Umkapselung ihres Rumpfes durch einen gewölbten Rücken- (*carapax*) und einen flachen Bauchpanzer (*plastron*), welche Schulter- und Beckengürtel einschließen, und in welche Füße und Schwanz, oft auch der Kopf eingezogen werden können; ferner durch die zahnlosen, nur von Hornscheiden bedeckten Kiefer. Die 5- oder 4zehigen Gliedmaßen sind flossenartige Schwimmfüße oder bekrallte Gehfüße. Die Wirbelsäule setzt sich aus 8 Hals-, 10 Rumpf-, 2 Sakral- und einer kleinen Reihe Schwanzwirbeln zusammen; Hals- und Schwanzwirbel sind beweglich. Der breite, ± 5seitige Schädel ist zuweilen ganz gepanzert und läßt dann nur die vorn und seitlich gelegenen Augenhöhlen und die an die Spitze gerückten, vereinigten Nasenlöcher erkennen.

An der Zusammensetzung des im fossilen Zustande meist allein vorhandenen knöchernen Rumpfpanzers beteiligen sich Hautverknöcherungen und Teile der Wirbelsäule. Der Panzer wird meist noch von einer leder- oder hornartigen Haut überzogen, die in Schilder geteilt ist. Die Grenzen dieser Hornschilder verlaufen aber unabhängig von den Nähten des Panzers; sie lassen sich im fossilen Zustande häufig noch gut an den vertieften Nähten erkennen (706, 707).

Das Rückenschild (709) setzt sich hauptsächlich aus den verbreiterten oberen Dornfortsätzen der Rückenwirbel und aus den Rippen zusammen, die durch Nähte fest verbunden sind. Daraus entsteht (709)

eine mittlere Reihe von meist 8 unpaaren Neuralplatten ($n_1$—$n_8$) und 2 seitliche Reihen von Costalplatten ($c_1$—$c_8$).

Durch Hautverknöcherungen bilden sich die

paarigen Rand- (Marginal-) Platten ($m_1$—$m_{11}$),

die unpaare vordere Nackenplatte (*nu*) und die hintere After- (Pygal-) Platte (*py*).

Das Bauchschild (707) besteht nur aus Hautknochen (Brustbein fehlt), gewöhnlich aus 9, einem vorderen unpaaren (*em*) und 4 paarigen (*es*, *hs*, *hp*, *xs*). Diese sind lückenlos verbunden oder lassen ± weite Lücken (Fontanellen)

zwischen sich (707). Rücken- und Bauchschild können sich ± fest verbinden durch Bildung einer seitlichen Plastronbrücke (708).

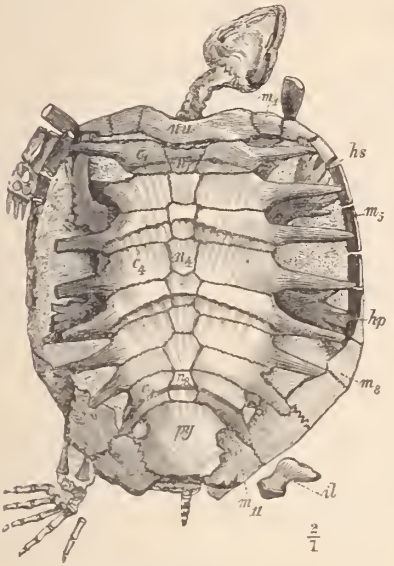



Fig. 706. *Eurysternum Wagleri* H. v. M. Ob. Malm. Solnhofen. Skelett von oben. $c_1$, $c_4$, $c_8$ Costalplatten; *hp* Hypoplastron (Bauchschild); *hs* Hyoplastron (Bauchschild); *il* Ileum; $m_1$, $m_5$, $m_8$, $m_{11}$ Marginalplatten; $n_1$, $n_4$, $n_8$ Neuralplatten; *nu* Nuchalplatte; *py* Pygalplatte. Auf $c_1$, $c_3$, $c_5$, $c_8$ sind Eindrücke der Hornschilder sichtbar.

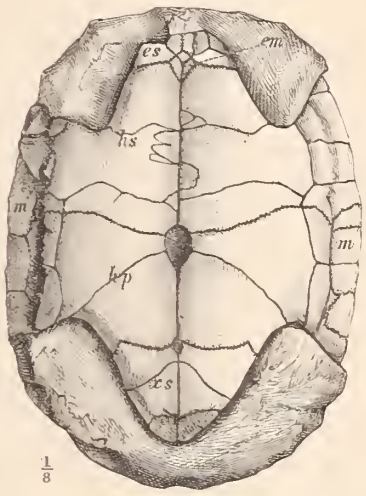



Fig. 707. *Plesiochelys Etalloni* Pict. Ob. Malm. St. Claude (Schweiz). Bauchschild von außen mit kleiner mittlerer Fontanelle. *em* Entoplastron; *es* Epiplastron; *hs* Hyoplastron; *hp* Hypoplastron; *xs* Xiphiplastron; *m* Marginalplatten. Die gezähnten Linien sind Nähte zwischen den Platten, die einfachen Linien Schilderfurchen.

Die ältesten Schildkröten sind aus der Trias bekannt, im Oberen Jura werden sie häufig und erscheinen von jetzt an reichlich sowohl in marinen, als auch in Süßwasserablagerungen, entsprechend der heutigen Lebensweise im Meer, in Flüssen, Sümpfen und auf dem Lande.

Wenn man von den seltenen Lederschildkröten (*Atheca*) absieht, die durch freie Wirbel und Rippen und mosaikartige Hautverknöcherungen ausgezeichnet sind, ergibt sich folgende

### Einteilung der Schildkröten.

A. Rückenschild vollständig. Eine vollständige Reihe von Randschildern, die mit den Rippen verwachsen.

1. **Pleurodira**, Lurchschildkröten. Rücken- und Bauchschild vollständig verknöchert; meist Hautschilder entwickelt. Becken mit Bauch- und Rückenschild fest verwachsen. Kopf kann seitlich unter den Panzer gebogen werden (Halswender).
2. **Cryptodira.** Land-, Sumpf- und Meerschildkröten. Eine feste Verknöcherung des Beckens mit dem Bauch- und Rückenpanzer fehlt. Kopf kann in den Panzer zurückgezogen werden (Halsberger).

B. Rückenschild unvollständig. Randplatten fehlend oder unvollständig, nie mit den Rippen verbunden. Statt Hautschilder eine weiche Haut. Panzerplatten grubig.

3. **Trionychoidea.** Weichschildkröten. Leben im Süßwasser. Fossil vereinzelt seit dem Eocän.

**1. Unterordnung Pleurodira.** Diese durch eine sehr starke Plastronbrücke (708) ausgezeichnete Gruppe ist heute nur noch in Sumpf- und Flußbewohnern der südlichen Halbkugel und Südindiens vertreten. Als ältester Vertreter der Schildkröten überhaupt ist die wahrscheinlich hierher gehörige

**Psammochelys** *Keuperiana* Qu. aus dem Stubensandstein des Mittleren Keupers anzusehen. Aus marinen Kalken des Obersten Malm in Mitteleuropa kennt man mehrere Gattungen, wie

**Plesiochelys** Ruet. (707) mit nicht vollständig angewachsenem Becken und oft mit Bauchschildlücke. Gleichzeitig lebten auch schon Vertreter im Brack- oder Süßwasser, wie

**Pleurosternon** Gray. (708) aus Purbeck und Kreide, durch ein ungewöhnlich breites, die Mittellinie erreichendes Mittelbauchschild (*ms*) ausgezeichnet. Zur Kreide- und noch zur Tertiärzeit waren die *Pleurodira* in Europa als Meer- und Süßwasserbewohner reichlich vertreten.

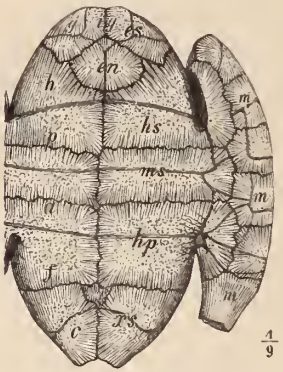



Fig. 708. *Pleurosternon Bullocki* Gray. Purbeck. England. Bauchschild und Randteil des Rückenschildes in einer Ebene, von unten. *a* Abdominal-, *c* Caudalschild; *en* Entoplastron; *es* Epiplastron; *f* Femoralschild; *g* Gularschild; *h* Humeralschild; *hp* Hypoplastron; *hs* Hyoplastron; *ig* Intergularschild; *m* Marginalplatten; *ms* Mesoplastron; *p* Pectoralschild; *xs* Xiphiplastron. Die gezackten Striche sind Nähte, die geraden sind Schilderfurchen.

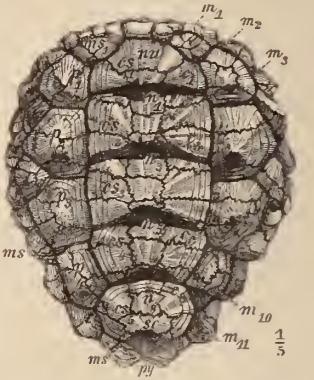



Fig. 709. *Platychelys Oberndorferi* Wagn. Ob. Malm. Solothurn. Rückenschild von oben. $c_1$—$c_8$ Costalplatten; $cs_1$—$cs_5$ Zentralschilder; $m_1$—$m_{11}$ Marginalplatten; *ms* Marginalschilder; $n_1$—$n_8$ Neuralplatten; *nu* Nuchalplatte; $p_1$—$p_4$ Pleuralschilder; *py* Pygal-, *sc* Supracaudalplatte. Die Höcker entsprechen den einzelnen Schildern; Panzerplatten durch gezackte Nähte begrenzt.

**2. Unterordnung Cryptodira.** Die ältesten Vertreter finden sich im Ob. Malm als Küstenbewohner. Es sind z. T. Formen, die als *Thalassemydae* (Jura, Kreide) zusammengefaßt werden, und die wie

**Eurysternum** v. Mey. (706) durch die unvollständige Verknöcherung des Bauch- und die Lücken des Rückenschildes den seit der Ob. Kreide bekannten Meerschildkröten (*Chelonidae*) gleichen, aber durch die Beschaffenheit der Gliedmaßen den Sumpfschildkröten nahe stehen. Andrerseits gibt es im Ob. Jura Formen, wie

**Platychelys** Wag. (709), die durch die kegelförmigen Rückenplatten einerseits an die kryptodiren Alligatorschildkröten (*Chelydridae*), andrerseits an die pleurodiren Fransenschildkröten (*Chelys*) erinnern und auch gewisse Merkmale beider Gruppen vereinigen.

Die heute auch in Europa verbreiteten Sumpfschildkröten (*Emydae*) und Landschildkröten (*Testudinidae*) erscheinen in der Kreide-, bezw. Tertiärzeit. Ihre Reste sind bes. im jüngeren Tertiär Europas nicht selten. Zu den Landschildkröten gehört auch die jungtertiäre Riesenform Indiens (*Colossochelys atlas* Falc. (Panzer 4 m lang, 2 m hoch).

## 4. Ordnung: Rhynchocephala.

In dieser Sammelgruppe werden verschiedenartige Formen vereinigt, die durch eine Anzahl primitiver Merkmale verknüpft sind. Die eidechsenartigen Tiere besitzen amphicöle, zuweilen durchbohrte Wirbel, einköpfige Rippen, 2 große seitliche Schläfenlücken und meist ein Scheitelloch. Brustgürtel unvollständig verknöchert; Bauchrippen entwickelt. Hornschuppen. Perm — Gegenwart.

In der heutigen Schöpfung ist diese Gruppe nur durch die neuseeländische Gattung

**Hatteria** (*Sphenodon* Gray (630) vertreten. Verwandte Formen reichen bis in die Trias, wie

**Homoeosaurus** v. M. aus dem Malm und

**Hyperodapedon** Hux. mit zahnlosem Oberkieferschnabel und mehrreihigen Kiefer- und Gaumenzähnen aus der Trias.

Hierzu stellt man die ältesten und primitivsten Formen der Saurier aus dem Perm, die **Proterosauridae**, welche auch wohl als selbständige Ordnung abgetrennt wurden. Zwei nahe stehende Gattungen

**Proterosaurus** v. M. und **Palaeohatteria** Credn. (628) sind durch mehrere *Stegocephalen*-Merkmale, den Besitz von Gaumenzähnen, eines rautenförmigen, langgestielten Episternum, sowie durch plattige Gestalt und mangelnde Verbindung der Knochen des Brust- und Beckengürtels ausgezeichnet. Die Bauchrippen bestehen aus mehreren kleinen Stäben. *Prot.* (fast 2 m) im Kupferschiefer. *Palaeoh.* (0,5 m) im Mittl. Rotliegenden Sachsens.

## 5. Ordnung: Streptostylica.

Als *Streptostylica* faßt man die Schlangen und Eidechsen, welch letztere sich als primitivere Formen vielfach eng an die *Rhynchocephala* anschließen, und die verschwundene Gruppe der meerbewohnenden Schlangensaurier

zusammen. Ihre Wirbel sind fast immer procöl und vollständig verknöchert; Quadratbein durch ein proximales Gelenk beweglich mit dem Schädel verbunden; Zwischenkiefer klein und miteinander verwachsen; Foramen parietale fehlt oft; Bauchrippen fehlen stets. Bezahnung stets acrodont, bezw. pleurodont. Sie sind mit Sicherheit erst seit der Kreide bekannt, doch lassen sich manche ältere, ungenügend erhaltene Formen schwierig von den *Rhynchocephala* unterscheiden. Man teilt sie in drei große Hauptgruppen:

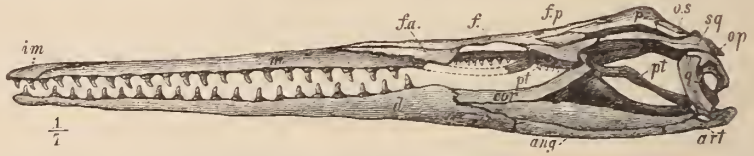



Fig. 710. *Clidastes tortor* Cope. Ob. Kreide. Kansas. Schädel von der Seite. *ang* Angulare *art* Articulare; *cor* Coronoid; *d* Dentale; *f* Frontale; *fa* Praefrontale; *fp* Postfrontale; *im* Intermaxillare; *m* Maxillare; *op* Opisthoticum; *o.s* Occipitale superius; *p* Parietale; *pt* Pterygoid *q* Quadratum; *sq* Squamosum.

1. Bekrallte Gehfüße oder, wo solche rudimentär sind, Schultergürtel und Brustbein vorhanden. Eidechsen. **1. Unterordnung Lacertilia.**

2. Kleine, aber wohlentwickelte, krallenlose Schwimmfüße. Schlangensaurier. **2. Unterordnung Pythonomorpha.**

3. Ohne freie Extremitäten, ohne Brustbein und Schultergürtel. Schlangen. **3. Unterordnung Ophidia.**

Sichere Reste von Eidechsen und Schlangen kennt man erst aus der Kreide. Ausschließlich auf Meeresablagerungen der Kreide beschränkt sind die

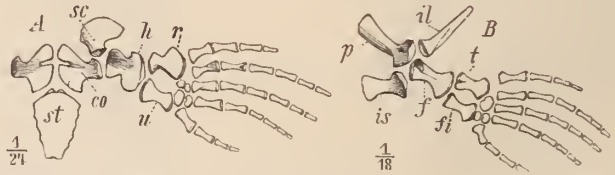



Fig. 711. *Platecarpus simus* Marsh. Ob. Kreide. Kansas. *A* Vorder-, *B* Hinterextremität. *co* Coracoid; *f* Femur; *fi* Fibula; *h* Humerus; *il* Ileum; *is* Ischium; *p* Pubis; *r* Radius; *sc* Scapula; *st* Sternum; *t* Tibia; *u* Ulna.

**Pythonomorpha.** Diese bis 20 m großen Tiere besaßen einen langen Hals, einen sehr langen Schwanz und über 100 procöle Wirbel (712). Der ± verlängerte Schädel zeigt ein Scheitelloch und Sklerotikalring. Die Nasenbeine sind verwachsen; die Unterkiefer aber gegeneinander und in sich (zwischen *d* und *ang* + *cor* Fig. 710) beweglich, so daß der Mund stark erweitert werden konnte. Kieferzähne auf einem knöchernen Sockel aufgewachsen. Die verhältnismäßig kleinen Gliedmaßen sind krallenlose Flossen mit gespreizten Zehen und überzähligen (meist 6) unverbundenen Zehengliedern (711). Sacrum fast nie entwickelt. Nur aus der

Oberen Kreide bekannt. Etwa ein Dutzend Gattungen, von denen am besten gekannt:

**Platecarpus** Cope (711, 712), etwa 5 m lang, mit relativ kurzem Körper und langem Schwanz. Fuß fünfzehig (711 *B*). Schnauze nicht stark verlängert. Häufig in der Oberen Kreide von N. Amerika.

**Clidastes** Cope (710) mit verlängertem Körper, niedergedrücktem Schädel und langer, ± stark zugespitzter Schnauze. Fuß 4zehig. Ob. Kreide. N. Amerika. Nahe verwandt hiermit der riesige (12 m lange)

**Mosasaurus** Con. mit mächtigen Zähnen. Ob. Kreide. N. Europa, auch N. Amerika.

Fig. 712. *Platecarpus coryphaeus* Cope. Ob. Kreide. Kansas. Restauriert. ca. 1/32.

## 6. Ordnung: Crocodilia. Panzerechsen.

Meist große, amphibisch lebende Reptilien von eidechsenartiger Gestalt; mit kurzem Hals, langem, zusammengedrücktem Ruderschwanz und kurzen, mit Schwimmhäuten versehenen Gehfüßen. Der Körper ist mit Hornschuppen bedeckt, unter welchen sich am Leib und Schwanz zumeist noch knöcherne Hautschilder befinden. Die Wirbel ursprünglich bikonkav, später meist procöl. Ein knorpeliges Brustbein und schwach entwickelte Bauchrippen vorhanden. Zähne nur auf den Rändern der ± verlängerten Kiefer, einzeln in Alveolen, oft gefurcht. Sklerotikalring fehlt stets, Scheitelloch meist. Panzerplatten und Schädel fast stets grubig verziert.

Die heutigen Krokodile sind meist Süßwasserbewohner der Tropen, die mesozoischen waren größtenteils Meeresbewohner, die aber seit der Älteren Kreide anfingen ins Süßwasser überzugehen.

Die Krokodile der Jura-, Kreide- und Tertiärzeit stimmen mit den heutigen insofern überein, als infolge der geringen Ausbildung des Zwischenkiefers ihre äußeren Nasenlöcher an der Schnauzenspitze vereinigt münden (715 *AN*), und ihre inneren Nasenöffnungen (Choanen) weit hinten, hinter einem ± verlängerten harten Gaumen (715 *Cpa*),

oft vereinigt, sich öffnen. Bei den Krokodil-ähnlichen Sauriern der Triaszeit dagegen lagen die äußeren Nasenlöcher seitlich, und die inneren öffneten sich getrennt weiter vorn, etwa in der Mitte des Schädels. Nach diesen und anderen Merkmalen ergibt sich folgende Einteilung:

A. **Parasuchia.** Zwischenkiefer stark entwickelt. Äußere Nasenlöcher getrennt in der Nähe der Augenhöhlen. Choanen nach vorn gerückt (713). Trias.

B. **Pseudosuchia.** Zwischenkiefer schwach ausgebildet. Äußere Nasenlöcher getrennt, seitlich an der Schnauzenspitze. Choanen mäßig weit vorn (714). Trias.

C. **Eusuchia.** Zwischenkiefer reduziert. Äußere Nasenlöcher an der Schnauzenspitze vereinigt. Choanen hinter dem Gaumen (715). Lias — Gegenwart.

**A. Parasuchia.** Hierher gehört außer einigen unvollkommen bekannten Formen die Gattung

**Belodon** v. Mey. (713). Tiere von Krokodilgröße, mit stark verlängerter Schnauze, die hauptsächlich durch den mächtigen, geschwollenen und gerunzelten Zwischenkiefer gebildet wird. Die Nasenlöcher (*N*) eng zusammen und weit nach hinten gerückt. Hierdurch und durch die große Tränengrube (*L*) zeigen sie Beziehungen zu den *Dinosauriern*, während die Lage der Choanen, das Vorhandensein von Bauchrippen u. a. als primitive Merkmale zu gelten haben. Zahlreiche spitze, gefurchte Zähne mit 2 gekerbten Kanten. Wirbel amphicöl. Rücken mit 2 Reihen tief strahlig verzierter querverlängerter Knochenplatten. In ausgezeichneter Erhaltung im Stubensandstein des Oberen Keupers von Württemberg, außerdem aus der Trias N. Amerikas bekannt.

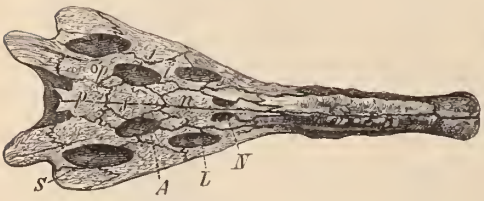



Fig. 713. *Belodon Kapffi* v. Mey. Keupersandstein bei Stuttgart. 1/12. Schädel von oben. *L* Tränengrube; *S* untere Schläfenhöhle; *op* Postorbitale.

Fig. 714. *Aëtosaurus ferratus* Fraas. Keupersandstein bei Stuttgart. 2/3. Schädel von der Seite und von oben. *D* Tränenlücke; *S* obere Schläfenhöhle; *ptf* Postorbitale.

*A* Augen-, *N* Nasenhöhle; *ang* Angulare; *art* Articulare; *d* Dentale; *f* Frontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *m* Maxillare; *n* Nasale; *o* Occipitale; *p* Parietale; *of* Praefrontale.

**B. Pseudosuchia.** Diese Abteilung ist besonders durch

**Aëtosaurus** Fraas (714) vertreten, von welchem 24 Exemplare auf einer Platte des schwäbischen Stubensandsteins gefunden wurden. Die fast 60 cm großen Tiere besitzen einen kurzen, dreieckigen Schädel mit sehr großen Nasen- (*N*) und Augenhöhlen (*A*). Zähne klein und spitz. Wirbel amphicöl. Körper und Schwanz von einem zusammenhängenden Panzer bedeckt,

der auf dem Rücken aus 2 Reihen großer, auf der Bauchseite aus 8 Reihen kleiner, kaum verzierter Platten besteht.

**C. Eusuchia** (Echte Krokodile.). Unter diesen kann man 2 größere Gruppen unterscheiden:

a) die **Longirostres** mit stark verlängerter, schmaler Schnauze (umfaßt die Gaviale — *Gavialidae* und *Tomistomatidae*) und

b) die **Brevirostres** mit breiter, stumpfer Schnauze (umfaßt die Krokodile und Alligatoren — *Crocodilidae* und *Alligatoridae*).

Die jüngeren, d. h. lebenden, tertiären und die meisten kretazischen Vertreter beider Gruppen zeichnen sich durch procöle Wirbel,

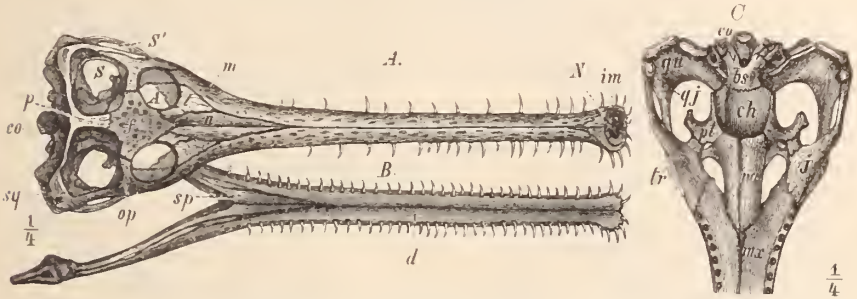



Fig. 715. *Teleosaurus Cadomensis* Geoffr. Ob. Dogger. Caen. *A* Schädel von oben. *B* Unterkiefer von oben. *C* Hintere Schädelhälfte von unten.
*A* Augen-, *N* Nasenhöhle; *S* obere, *S'* untere Schläfenhöhle; *bs* Basisphenoid; *ch* Choanen; *eo* Hinterhauptsgelenk; *d* Dentale; *f* Frontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *l* Lacrymale; *m, mx* Maxillare; *n* Nasale: *op* Postorbitale; *p* Parietale; *pa* Palatinum; *pt* Pterygoid; *qj* Quadratojugale; *qu* Quadratum; *sp* Spleniale; *sq* Squamosum; *tr* Transversum.

vollständige Ausbildung des knöchernen Gaumens und fluviatile Lebensweise aus. Ihre Vorfahren aus Jura und Unt. Kreide, die man z. T. in vollständigen Skeletten kennt, lebten meist noch im Meere, besaßen amphicöle Wirbel und einen weniger weit nach hinten reichenden, knöchernen Gaumen. Die ältesten

Fig. 716. Ventrale Panzerplatte von *Teleosaurus*.

Fig. 717. Zahn von *Dacosaurus maximus* Plien. Malm von Württemberg.

**Brevirostres** sind in Meeresabsätzen des Oberen Malm nachgewiesen und mit den erwähnten altertümlichen Merkmalen besonders in den Brack- und Süßwasserbildungen des Purbeck und Weald vertreten, wie der 2 m große *Goniopholis* Ow. Die amphicölen **Longirostres** gehen bis in den Lias zurück, finden sich im ganzen Jura als Meerestiere, gehen aber z. T. am Ende des Jura auch ins Brack- oder Süßwasser über. Am

besten bekannt sind die bis 6 m großen Gattungen **Mystriosaurus** Kaup, mit allmählich sich verschmälernder Schnauze (Lias) und **Teleosaurus** G. St.-H. (715, 716) mit plötzlich verschmälerter Schnauze (Dogger und Malm), beide mit stark ausgebildetem Rücken- und Bauchpanzer.

Eine etwas abweichende Familie (*Metriorhynchidae*) wird durch **Dacosaurus** Qu. (717) und Verwandte dargestellt. Diesen großen Meersauriern der jüngeren Jurazeit fehlten die knöchernen Hautplatten ganz, dagegen ist ein Sklerotikalring vorhanden. Die großen Zähne (717) sind vorn und hinten mit gekerbten Kanten versehen. Diese nicht selten im Malm Süddeutschlands.

## 7. Ordnung: Pterosauria.

Die Flugsaurier (718) sind Reptilien, deren vordere Gliedmaßen unter gewaltiger Entwicklung des fünften Fingers zu Flugorganen umgebildet sind, und die infolge ähnlicher Lebensweise mancherlei Analogien mit echten Vögeln zeigen, ohne deshalb eine innigere Verwandtschaft mit denselben zu verraten (*Ornithosauria*). Sie sind nur aus Jura und Kreide bekannt.

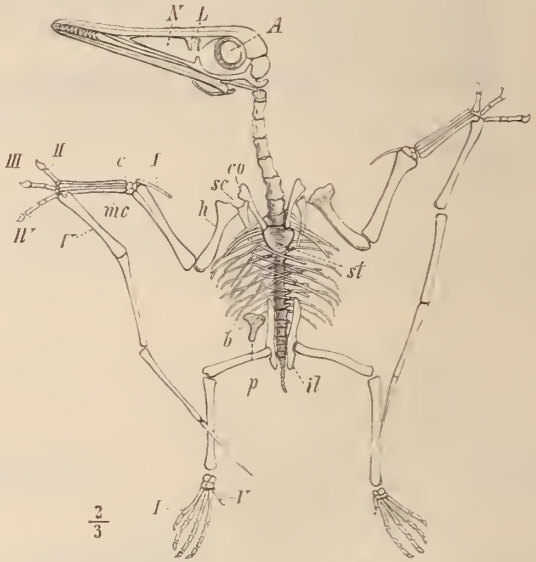



Fig. 718. *Pterodactylus spectabilis* H. v. M. Lithographischer Schiefer von Solnhofen. Skelett von der Bauchseite. *A* Augen-, *L* Tränen-, *N* Nasenhöhle; *b* Bauchrippen; *c* Carpus; *co* Coracoid; *h* Humerus; *il* Ileum; *mc* Metacarpus; *p* Pubis; *sc* Scapula; *st* Sternum; *I*—*V* 1.—5. Finger bez. Zehe (an der Hand: *I* Spannknochen).

Die Knochen sind lufthaltig. Wirbel procöl, vollkommen verknöchert. Der lange Hals aus verhältnismäßig wenigen, sehr großen Wirbeln zusammengesetzt. Sacrum aus 3—6 Wirbeln verwachsen. Die vorderen Rippen mit einem breiten, gekielten Brustbein verbunden. Die Nähte des auffallend großen Kopfes früh verwachsen; der Kopf wie bei den Vögeln senkrecht zur Halsachse gestellt. Ein Scheitelloch fehlt. Augenhöhlen sehr weit, mit großem Sklerotikalring (720).

Am Schultergürtel fehlt Clavicula und Episternum. Den wenigen Handwurzelknochen (*c*) folgen 4 dicht aneinander gelegte, aber nicht verwachsene Mittelhandknochen (*mc*); der sogenannte Spannknochen (*I*) ist vielleicht das Rudiment des 1. derselben. Die 4 Finger besaßen 2, 3, 4, 4 Phalangen, die 3 ersten Finger sind sehr kurz und stark bekrallt; der äußerste 5. Finger

ist krallenlos, seine 4 Phalangen dick und außerordentlich verlängert; dieser Finger trug eine Flughaut, die wie bei Fledermäusen bis zu den Hinterfüßen gespannt war. Am Hinterfuße sind die 4 ersten Zehen dünn, aber wohlentwickelt und bekrallt, mit 2, 3, 4, 5 Phalangen, die 5. Zehe (*V*) ist krallenlos mit 2 Phalangen, oder rudimentär. Bauchrippen (*b*) wohlentwickelt. Die Haut scheint nackt gewesen zu sein.

Es lassen sich 3 Familien unterscheiden:

Schwanz sehr lang. Halsrippen vorhanden.
**Rhamphorhynchidae.**

Schwanz kurz. Halsrippen fehlen. Knochen des Schultergürtels getrennt.
**Pterodactylidae.**

Schwanz kurz. Halsrippen fehlen. Knochen des Schultergürtels verwachsen.
**Pteranodontidae.**

**1. Fam. Rhamphorhynchidae.** Hierher gehören die am wenigsten spezialisierten, auf den Jura beschränkten Formen. Die Nasenlöcher sind von der Tränengrube geschieden. Zähne stets vorhanden, meist lang und dolchförmig. Der lange Schwanz von einer Scheide verknöcherter Sehnen umgeben, unbeweglich. Mehrere Gattungen, meist in ganzen Skeletten gefunden.

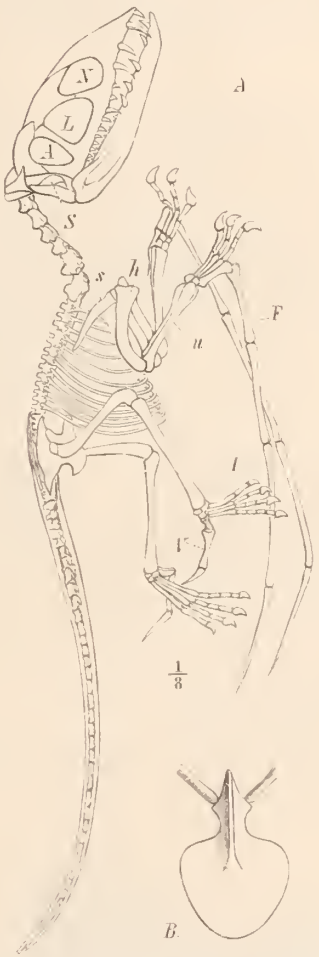



Fig. 719. *A Dimorphodon macronyx* Buckl. Unterer Lias. Lyme Regis. *A* Augenhöhle; *L* Tränengrube *N* Nasenhöhle; *S* untere Schläfengrube; *I—V* Zehen *F* Flugfinger; *h* Humerus; *s* Scapula; *u* Ulna. *B* Brustbein von *Rhamphorhynchus*.

**Dimorphodon** Ow. (719 *A*). Schädel groß; Nasenlöcher und Tränengruben sehr groß. Schnauze kurz gespitzt, bis ans Ende bezahnt. Lias von England.

**Rhamphorhynchus** v. Mey. (719 *B*, 720) mit stark verlängerter, zugespitzter, vorn zahnloser Schnauze; die dolchförmigen Zähne nach vorn gerichtet. Augenhöhlen sehr groß, mit mächtigem Sklerotikalring. Nasenlöcher und Tränengrube klein. Im Oberen Malm Süddeutschlands.

Fig. 720. *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M. Lithographischer Schiefer von Solnhofen. Schädel von der Seite. *A* Augenhöhle mit Sklerotikalring; *L* Tränenhöhle; *N* Nasenhöhle.

**2. Fam. Pterodactylidae.** Schädel sehr vogelähnlich, nur an der Spitze der Kiefer mit feinen Zähnchen bewaffnet oder zahnlos. Tränengrube klein, mit der Nasenhöhle in offener Verbindung. Unterarm viel länger als Oberarm; die fünfte Hinterzehe und Schwanz rudimentär. Malm und Kreide.

**Pterodactylus** Cuv. (718). Von Sperlings- bis Rabengröße. Malm Süddeutschlands, Südfrankreichs und Englands; die meisten und besterhaltenen Exemplare im lithographischen Kalk von Bayern.

**3. Fam. Pteranodontidae.** Dies sind die jüngsten und extremsten, zugleich auch die größten Formen von Flugsauriern, bisher nur aus der Kreide, bes. aus N. Amerika bekannt. Sie sind meist zahnlos (721), der Hinterkopf ist zu einem langen Kiel ausgezogen. Nasenhöhle mit der Tränenhöhle vereinigt.

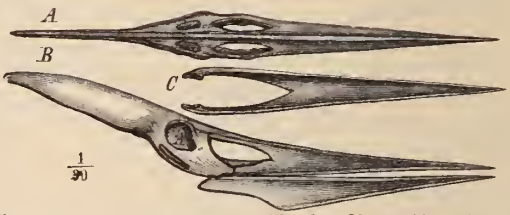



Fig. 721. *Pteranodon longiceps* Marsh. Ob. Kreide. Kansas. *A* Schädel von oben. *B* Schädel von der Seite (*A* Augenhöhle). *C* Unterkiefer.

**Pteranodon** Marsh. (721). Mit Arten von 1—6 Meter Spannweite aus der Oberen Kreide von N. Amerika.

## 8. Ordnung: Theromorpha.

Als solche werden recht verschiedenartige, jungpaläozoische und altmesozoische Landreptilien von z. T. bedeutender Größe zusammengefaßt, die mit sehr altertümlichen Merkmalen solche verbinden, welche sonst nur bei Säugetieren angetroffen werden, wie die Verschmelzung der Knochen des Beckengürtels und die Differenzierung des Gebisses in Schneide-, Eck- und Backzähne. Manche hierher gerechnete Formen können mit fast gleicher Berechtigung als Säugetiere angesprochen werden. Einige der wichtigsten Vertreter sind:

**Pareiosauria.** Kopfknochen grob skulptiert. Kieferzähne gleichartig. Am besten ist das Skelett des 2,5 m langen

**Pareiosaurus** Ow. (722) aus dem Perm Südafrikas und Nordrußlands bekannt. Der Kopf des ungewöhnlich plumpen Tieres erinnert durch die grubige Beschaffenheit der Knochen und durch die Schleimkanäle an *Stegocephalen*, die Verschmelzung der Beckenknochen an Säugetiere. Wirbel mit Chordaresten. Die plumpen Gliedmaßen tragen 5 Zehen (I—V).

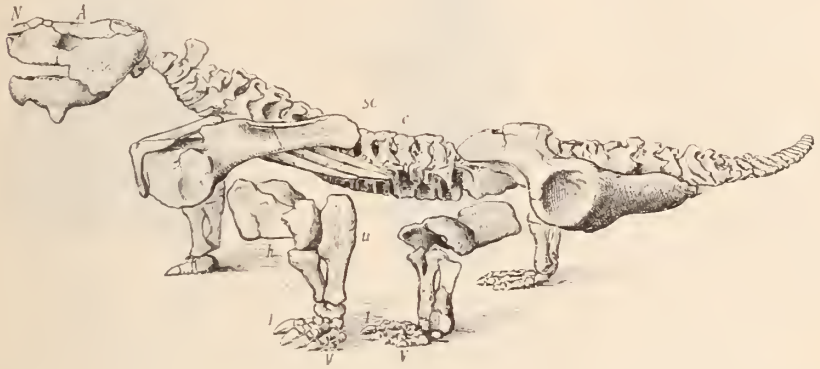



Fig. 722. *Pareiosaurus Baini* Seel. Perm — Trias. Tambor Fontein. S. Afrika. Skelett in $^1/_{20}$. *N* Nasen-, *A* Augenhöhle; *c* Rippen; *sc* Schulterblatt; *h* Oberarm; *r* Radius; *u* Ulna; *I*—*V* 1.—5. Zehe.

**Anomodontia.** Hauptsächlich nur aus Schädeln bekannt. Diese sind zahnlos oder besitzen nur im Oberkiefer 2 große, wurzellose Fangzähne. 5 oder 6 verschmolzene Beckenwirbel. Perm — Trias. Südafrika, Indien, N. Europa.

Hierher bes. **Dicynodon** Ow. mit über 0,5 m großem Schädel und mächtigen Hauern, und der zahnlose **Oudenodon** Ow. Beide aus der Karooformation Südafrikas.

**Theriodontia** (= *Pelycosauria*). Gebiß ± deutlich in Schneide-, Eck- und Backzähne differenziert. Perm — Trias. S. Afrika, Rußland.

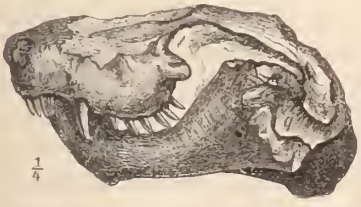



Fig. 723. *Lycosaurus curvimola* Ow. Stormberg-beds (Perm—Trias). Südafrika. Schädel von der Seite. *q* Quadratum.

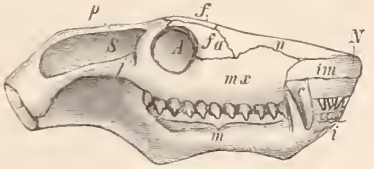



Fig. 724. *Galesaurus planiceps* Owen. Stormberg-beds (Perm—Trias). Südafrika. Schädel von der Seite. *A* Augen-, *N* Nasen-, *S* Schläfenhöhle; *f* Frontale; *fa* Praefrontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *mx* Maxillare; *n* Nasale; *p* Parietale; *c* Eckzahn; *i* Schneide-, *m* Backzähne.

**Lycosaurus** Ow. (723). Die kegelförmigen Zähne durch einen ver-

längerten Eckzahn in (4) Schneidezähne und (5 oder 6) Backzähne geschieden. Der ähnliche

**Galesaurus** Ow. (724) besitzt 3 spitzige Backzähne. Beide S. Afrika. Am Säugetier-ähnlichsten ist der Schädel des kaninchengroßen

**Tritylodon** Ow. (725) aus der Karooformation S. Afrikas. Der (allein bekannte) Oberkiefer ist vorn abgestutzt, trägt jederseits einen kräftigen Fangzahn (dahinter einen kleinen Zahn) und durch weite Lücke getrennt 6 Backzähne, mit 2 oder 3 Längsreihen von Höckern. Ähnliche, aber kleinere Backzähne kennt man aus dem Rhät von Hohenheim b. Stuttgart (*Triglyphus*). Diese Reste werden auch zu den Beuteltieren gerechnet. (Vgl. S. 417.)

Fig. 725. *Tritylodon longaevus* Owen. Karooschichten (Perm — Trias). S. Afrika. Oberkiefergebiß.

Fig. 726. *Placodus Andriani* Mnstr. Muschelkalk. Bayreuth. Bezahnung des Oberkiefers.

**Placodontia.** Der (fast allein bekannte) Schädel durch kegelförmige Schneidezähne und wenige, pflasterförmige Gaumen- und Unterkieferzähne ausgezeichnet.

Die Gattung **Placodus** (726) ist in der Mittleren Trias Mitteleuropas, bes. im Muschelkalke Süddeutschlands nicht selten. Sie wird mit den Schildkröten in Beziehung gebracht, von denen sie sich u. a. durch Höcker und Dornen auf den Panzerplatten unterscheidet.

## 9. Ordnung: Dinosauria. Riesenechsen.

Meist ungeheuer große, landbewohnende Reptilien des Mesozoikums, meist durch kleinen Kopf, langen Hals und langen kräftigen Schwanz ausgezeichnet. Die meist kurzen Vorder- und langen Hintergliedmaßen befähigten sie vielfach mit Zuhilfenahme des mächtigen Schwanzes zu aufrechtem, zweibeinigem Gang nach Art des Känguru. Diese mannigfach gestalteten Riesen waren teils Fleisch-, teils Pflanzenfresser, die trotz der herrschenden Rolle, die sie bis gegen Ende der Kreidezeit unter den Landtieren gespielt hatten, im Tertiär verschwunden sind. Die älteren Vertreter zeigen noch viele primitive Merkmale, die jüngeren dagegen vielfach Verhältnisse, die an die Vögel (oder Säuger) erinnern.

Ein knöchernes Hautskelett, meist aus getrennten Platten oder Schildern, war nur bei der Minderheit vorhanden. Die Wirbel sind bikonkav, platt oder

opisthocöl. 9—12 Halswirbel, 10—18 Rückenwirbel, 2—6, zuweilen 10 verschmolzene Beckenwirbel und 30—50 Schwanzwirbel. Schädel, i. Bes. die Hirnhöhle ungewöhlich klein im Verhältnis zum Körper und zum Rückenmark. Scheitelloch fehlt; jederseits die beiden Schläfengruben vorhanden. Zähne seitlich komprimiert, zweischneidig, stehen nur auf den Kieferrändern in Alveolen oder Rinnen. Im Brustgürtel fehlt das Schlüsselbein; das Brustbein ist unvollkommen verknöchert. Die fast nie verwachsenen Beckenknochen bilden ein durchbohrtes Hüftgelenk. Das Darmbein wie bei den Vögeln in der Richtung der Körperachse verlängert; Schambein und Sitzbein meist schmal, ersteres oft mit langem hinterem Fortsatze (*postpubis*) wie bei den Laufvögeln. Auch die Hintergliedmaßen, die stets viel länger sind als die vorderen, weisen vogelähnliche Merkmale auf, so die quere Einlenkung des femur in das Hüftgelenk.

Es lassen sich folgende drei Unterordnungen unterscheiden:

1. Fleischfresser; Postpubis rudimentär oder fehlend; Pubis abwärts gerichtet; Schnauzenspitze bezahnt.
   **1. Unterordnung Theropoda.**
2. Pflanzenfresser; kein Postpubis; Pubis nach vorn gerichtet; Schnauzenspitze bezahnt. **2. Unterordnung Sauropoda.**
3. Pflanzenfresser; langes Postpubis vorhanden; Pubis nach vorn gerichtet, frei; Schnauzenspitze unbezahnt.
   **3. Unterordnung Orthopoda.**

## 1. Unterordnung: Theropoda.

Der Schädel dieser Raubtiere saß rechtwinckelig am Hals und war mit gewaltigen, stark zusammengedrückten, spitzen, an den Kanten gekerbten Zähnen versehen. Wirbel oft, Beinknochen stets hohl. Vorderbeine (727 *B*) meist sehr klein, so daß der Körper allein auf den kräftigen Hinterbeinen ruhte. Fuß digitigrad, — wie die Hand bekrallt, mit langen Metatarsen (*m*) und 3—5 Zehen. Darmbein (*il*) mit langem hinterem Fortsatze, Postpubis (*pp*) rudimentär, Schambein (*p*) nach vorn und unten gerichtet, am distalen Ende fußförmig verbreitert, mit verknöcherter Symphyse. Eine große Tränenhöhle (730 *L*) vorhanden; Nasenöffnungen (*N*) getrennt an der Schnauzenspitze. Zwischenkiefer bezahnt. Von Katzen- bis Elefantengröße. Trias — Kreide (Europa, Asien, Afrika, N. Amerika).

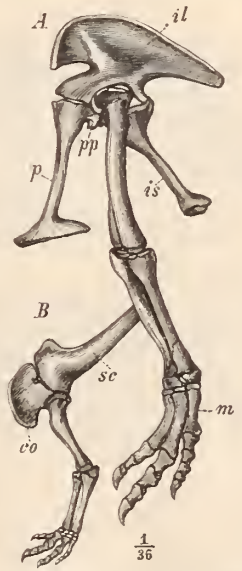



Fig. 727. *Allosaurus fragilis* Marsh Jura — Kreide (Atlantosaurus-Beds), Felsengebirge. *A* Hinter-, *B* Vorderextremität. *co* Coracoid; *il* Ileum; *is* Ischium; *m* Metatarsus; *p* Pubis; *pp* Postpubis; *sc* Scapula.

Unvollständige Skelette nnd Zähne großer Formen sind aus Europa bekannt, wie

**Zanclodon** Plien. mit bikonkaven Wirbeln und 2 Beckenwirbeln. Ob. Keuper. Süddeutschland. Ferner

Fig. 728. Zahn von *Megalosaurus Bucklandi* Mant. nebst Querschnitt. Ob. Dogger. Stonesfield. (1/2)

Fig. 729. *Compsognathus longipes* Wagn. Ob. Malm. Kehlheim Bayern. 1/4 nat. Gr.

**Megalosaurus** Buckl. (728), eine riesige Form mit 1 m langen Schenkelknochen und vollständigen Bauchrippen, dessen Zähne im englischen Jura

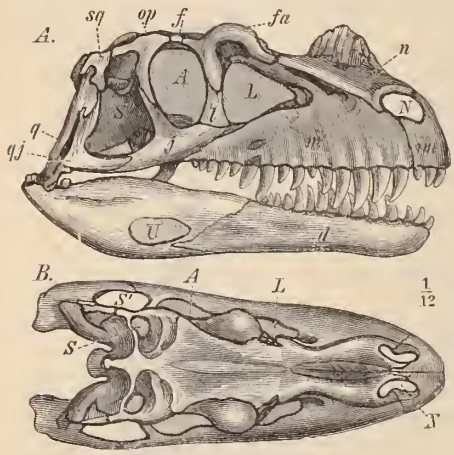



Fig. 730. *Ceratosaurus nasicornis* Marsh. Jura der Felsengebirge. *A* Schädel von der Seite, *B* von oben. *A* Augenhöhle; *L* Tränengrube; *N* Nasenhöhle; *S* obere, *S'* untere Schläfengrube; *U* Durchbruch im Unterkiefer; *d* Dentale; *f* Frontale; *fa* Praefrontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *l* Lacrymale; *m* Maxillare; *n* Nasale; *op* Postorbitale; *q* Quadratum; *qj* Quadratojugale; *sq* Squamosum.

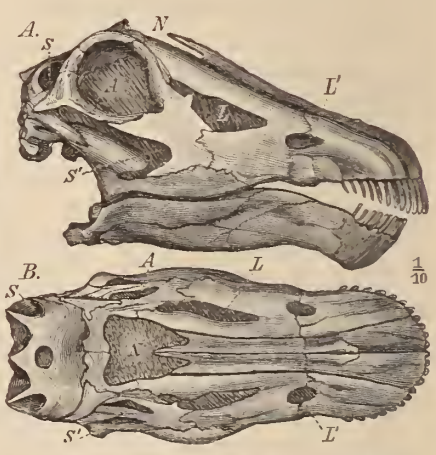



Fig. 731. *Diplodocus longus* Marsh. Jura der Felsengebirge. *A* Schädel von der Seite, *B* von oben. *A* Augenhöhle; *L* hintere, *L'* vordere Tränenhöhle; *N* Nasenhöhle; *S* obere, *S'* untere Schläfengrube.

nicht selten sind (auch Kreide). Die vollständigsten Reste haben sich aber in N. Amerika gefunden, i. bes.

**Ceratosaurus** Marsh (730), ein ca. 5 m langes Tier mit ziemlich großem, zartgebautem Kopf, dessen verschmolzene Nasenbeine ein starkes Horn trugen. An den Füßen nur die 3 Mittelzehen. Beckenknochen verwachsen. Andeutungen eines Hautpanzers vorhanden. Ob. Jura. Colorado. Von kleinen Formen ist der katzengroße

**Compsognathus** Wagn. (729) aus dem Obersten Malm von Kehlheim bemerkenswert wegen mancher vogelähnlicher Merkmale (Hohle Gliedmaßenknochen und Wirbel, Schädelform). Das einzige gefundene Exemplar enthält einen Embryo.

## 2. Unterordnung: Sauropoda.

Die *Sauropoda* (731 u. 732) waren Pflanzenfresser, meist von sehr bedeutender Größe, mit Lufthöhlen in den Hals- und Rumpfwirbeln und mit 4—5 Beckenwirbeln. Halsrippen (732 *A*) verwachsen. Schädel (731) mit großen Tränenhöhlen (*L*, *L'*); Nasenöffnung (*N*) einfach, auf den Scheitel gerückt. Zähne ± spatelförmig, auch auf dem Zwischenkiefer vorhanden (731). Vorderbeine wenig kleiner als die hinteren. Am Becken fehlt ein Postpubis, Pubis (*p*) nach vorn und innen gerichtet. Füße plantigrad, vorn und hinten 5zehig, mit hufähnlichen Krallen. Die gut bekannten Arten aus dem Jura der Felsengebirge, sehr unvollständige Reste aus Jura und Kreide Europas.

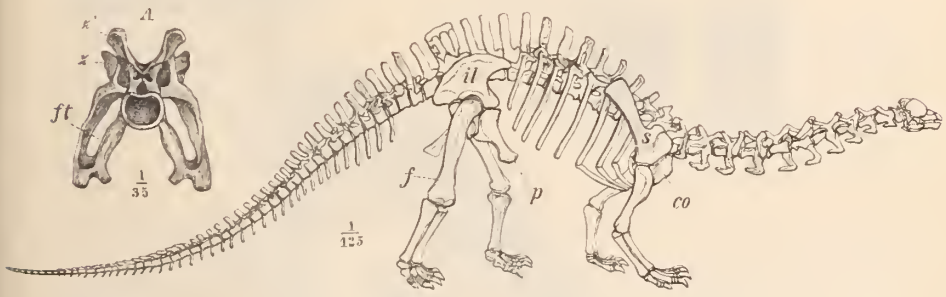



Fig. 732. *Brontosaurus excelsus* Marsh. Jura der Felsengebirge. Skelett. *A* Halswirbel von hinten. *co* Coracoid; *f* Femur; *il* Ileum; *p* Pubis; *s* Scapula; *ft* Foramen transversarium; *z*, *z'* vorderer und hinterer Gelenkfortsatz.

Hierher das größte bis jetzt bekannte Landtier (gegen 35 m)

**Atlantosaurus** Marsh, sowie der gegen 20 m lange, vollständig bekannte

**Brontosaurus** Marsh (732), mit kurzem Kopf auf langem Halse, und der nur 15 m lange

**Diplodocus** (731), mit schwachen, auf den Vorderteil der Kiefer beschränkten Zähnen. Alle aus den *Atlantosaurus*-Schichten (Ob. Jura? Unt. Kreide?) der Felsengebirge (Colorado).

## 3. Unterordnung: Orthopoda.

Pflanzenfressende *Dinosauria* von meist sehr bedeutender Größe, die z. T. auf den stark verlängerten Hinterbeinen aufrecht gingen. Wirbel solid. Am Unterkiefer ist ein zahnloses Prädentale (*735 pd*) vorhanden. Nasenöffnung (*N*) vorn an der Schnauze. Hand 5zehig. Ileum (*il*) mit langem vorderem Fortsatze. Pubis (*p*) ohne Symphyse, frei nach vorn gerichtet, mit langem Postpubis (*pp*), das wie bei Vögeln dem Ischium (*is*) parallel läuft.

Es lassen sich 3 Familien unterscheiden:

A. Hintere Gliedmaßen viel länger als die vorderen. Schädel ungehörnt, mittelgroß oder klein.
   a) Schädel mittelgroß, senkrecht zum Hals. Ohne Hautpanzer. Beinknochen hohl. **1. Iguanodontidae.**
   b) Schädel klein, in der Verlängerung des Halses. Hautpanzer vorhanden. Beinknochen solid. **2. Stegosauridae.**

B. Hintere Gliedmaßen kaum länger als die vorderen. Schädel groß, gehörnt. **3. Ceratopsidae.**

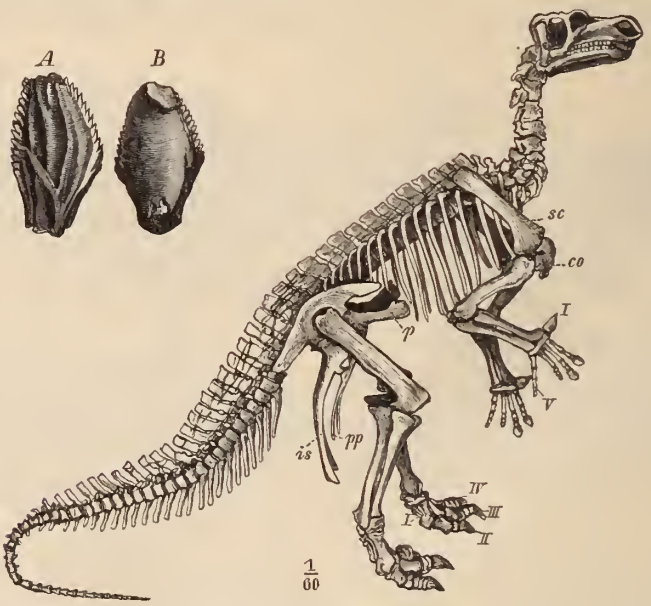



Fig. 733. *Iguanodon Bernissartensis* Boulgr. Unt. Kreide: Wealden. Bernissart, Belgien. Skelett *co* Coracoid; *is* Ischium; *p* Pubis; *pp* Postpubis; *sc* Scapula; *I—V* 1.—5. Finger bez. Zehe. *A* Zahn von außen, *B* von innen. (1/2.)

**1. Fam. Iguanodontidae.** Die großen, (— 12 m langen), nackten Tiere gingen aufrecht auf den sehr langen, starken, dreizehigen Hinterbeinen,

die doppelt so lang als die Vorderbeine. Beinknochen hohl. Im Jura, hauptsächlich in der Kreide. Der bestgekannte europäische Vertreter ist

**Iguanodon** Mant. (733) aus dem Wealden von England und Belgien (wo über 20 Skelette gefunden). Das 6—10 m große Tier besitzt einen mittelgroßen Kopf mit einer einfachen Reihe spatelförmiger, gefalteter und gekerbter Zähne. Daumen der Hand spornartig. Die nordamerikanischen Vertreter, wie

**Trachodon** Leid. (= *Hadrosaurus* = *Diclonius* — 734), sind durch löffelartig verbreiterte Schnauze und eine ungeheure Zahl (2000!) kleiner, gleichzeitig funktionierender Zähne ausgezeichnet. Finden sich in der Obersten Kreide (Laramie-Schichten).

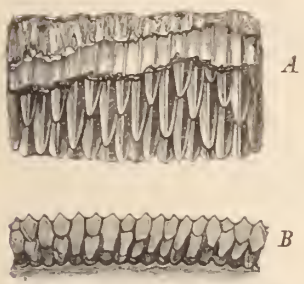



Fig. 734. *Hadrosaurus breviceps* Marsh. Laramie-Kreide. Montana. Stück des rechten Oberkiefers. *A* von außen, *B* von innen mit der ebenen Kaufläche.

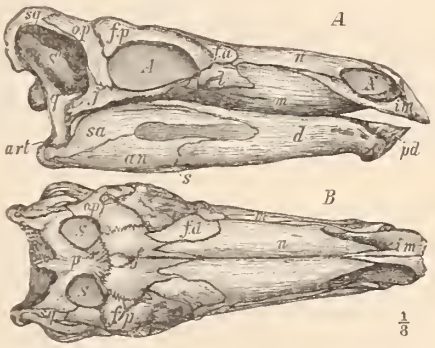



Fig. 735. *Stegosaurus stenops* Marsh. Jura (Atlantosaurus-Beds). Colorado. *A* Schädel von der Seite, *B* von oben. *A* Augen-, *N* Nasen-, *S* obere, *S'* untere Schläfenhöhle; *an* Angulare; *art* Articulare; *d* Dentale; *f* Frontale; *f.a* Praefrontale; *f.p* Postfrontale und Supraorbitale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *l* Lacrymale; *m* Maxillare; *n* Nasale; *o.p* Postorbitale; *p* Parietale; *pd* Praedentale; *q* Quadratum; *s* Spleniale; *sa* Supraangulare; *sq* Squamosum.

**2. Fam. Stegosauridae.** Mittelgroße bis große Tiere mit großen Knochenplatten und -stacheln. Schädel sehr klein. Hirn viel kleiner als das Rückenmark der Beckengegend. Lias—Obere Kreide.

**Stegosaurus** Marsh (735). Sohlengänger von 9 m Länge mit kurzen, hufartigen Zehen. Hinterfuß 3zehig. Der Wirbelsäule entlang 2 Reihen mächtiger, aufrechter, ± 3eckiger Knochenplatten, die am Schwanzende in Stacheln übergehen. Kehle mit Knöchelchen bedeckt. Oberer Jura der Felsengebirge. Die

**3. Fam. Ceratopsidae** (736) unterscheidet sich von den übrigen *Dinosauriern* durch die gleichmäßige Ausbildung der Gliedmaßen, die Zehen mit breiten Hufen tragen; ferner durch den mäßig langen Schwanz und den großen (— 2 m langen), *Säuger*-ähnlichen Schädel, der vorn zugespitzt ist und sich nach hinten durch mächtige Entwicklung der Scheitelbeine schirmartig ausbreitet. Auf dem Stirn-

beine zwei mächtige, solide Knochenzapfen, die, wie die Gefäßeindrücke zeigen, von Hornscheiden umgeben waren. Mehrere Gattungen in den Laramie-Schichten der Felsengebirge, von denen die bestgekannte

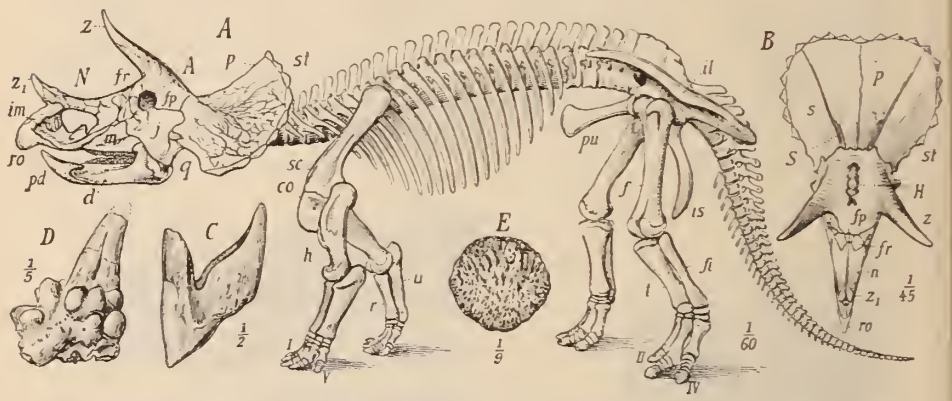



Fig. 736. *Triceratops*. Ob. Kreide: Laramie. Östl. Felsengebirge. *A* Restauriertes Skelett. *B* Schädel von oben. *C* Zahn. *D* Hautknochen. *E* Endphalange.
*A* Augen-, *N* Nasen-, *S* obere Schläfenhöhle; *H* Hirn. *co* Coracoid; *d* Dentale; *f* Oberschenkel *fi* Fibula; *fp* Postfrontale; *fr* Frontale; *h* Humerus; *il* Darmbein; *im* Zwischenkiefer; *is* Sitzbein; *j* Jochbein; *m* Maxillare; *n* Nasenbein; *p* Scheitelbein; *pd* Praedentale; *pu* Schambein; *q* Quadratbein; *r* Radius; *ro* Rostrale; *s* Squamosum; *st* Randstacheln; *t* Tibia; *u* Ulna; *z* paarige Knochenzapfen, $z_1$ unpaariger; *I*—*V* Finger und Zehen.

**Triceratops** Marsh (736). Nasenbeine mit 2 Höckern. An der Spitze des Oberkiefers ein umgebogenes, zahnloses Schnauzenbein (*ro*). Zähne 2wurzelig. Hirnhöhle, wie bei den meisten Dinosauriern, sehr klein.

## Geologische Verbreitung der Reptilien.

Die ältesten *Reptilien* erscheinen im Perm. Wir begegnen hier schon Vertretern verschiedener, z. T. weit voneinander entfernt stehender Gruppen wie den *Proterosauria*, *Pareiosauria*, *Theriodontia*; diese zeigen vielfach noch primitive Merkmale, darunter mehrfach solche, die sich in ähnlicher Ausbildung bei den *Stegocephalen* wieder finden und auf Beziehungen zu diesen hinweisen. Die *Theriodontia* treten durch die Differenzierung des Gebisses, die an Säugetiere erinnert, hervor.

In der Trias kommen zahlreiche neue Gruppen meist ganz unvermittelt hinzu: *Ichthyosauria*, *Sauropterygia*, *Testudinata*, *Crocodilia*, *Anomodontia*, *Placodontia*, *Theropoda*, so daß jetzt fast alle Ordnungen vertreten sind. Unter ihnen heben sich die *Crocodilia* und *Testudinata* als konservative Typen heraus, die wenig verändert und ungeschwächt bis in die heutige Schöpfung hineinreichen. Andre, wie die *Ichthyosauria*, *Sauropterygia* und *Dinosauria* entfalten sich im Jura und in der Kreide zur höchsten Blüte.

Im Jura sind manche altertümliche Gruppen, wie *Proterosauria*, *Pareiosauria*, *Anomodontia*, *Placodontia* verschwunden; neu erscheinen die *Pterosauria*, die *Sauropoda* und *Orthopoda*.

In der Kreide treten die modernen Gruppen der *Lacertilia* und *Ophidia* auf; mit ihnen die riesigen *Pythonomorpha*. Diese verschwinden mit dem Ende der Kreidezeit, samt den *Dinosauria*, *Sauropterygia*, *Ichthyosauria* und *Pterosauria*, d. h. gerade dann, als alle diese Gruppen zur üppigsten Ausgestaltung gelangt waren und mit riesigen Gestalten Meer, Land und Luft beherrschten.

Nur Eidechsen und Schlangen, Krokodile und Schildkröten vertreten die Klasse im Känozoikum.

Wurzelt auch zweifellos ein Teil der Reptilien in den *Stegocephalen*, so fehlen uns doch bis jetzt die Anknüpfungspunkte an niedere Tierformen für andre vollständig, wie für die *Testudinata*, *Ichthyosauria*, *Anomodontia*, *Theriodontia* u. a. Ebensowenig befriedigt der Ausgang, den die meisten Reptilienstämme genommen haben. Von ihnen stammen zweifellos die Vögel ab, einerseits über *Archaeopteryx* (S. 411) zu *Flugvögeln*, andrerseits führt nach der Auffassung mancher Forscher ein zweiter Weg von den *Dinosauriern* zu den *Laufvögeln* (S. 410). Ferner werden die *Säugetiere* von ihnen abgeleitet, wobei man in erster Linie an die *Theriodontia* denkt. Wodurch aber am Ende der Kreide all' die Riesenformen von so verschiedenartiger Organisation unterdrückt worden sind, bleibt dabei unerklärt.

## 4. Klasse: Aves. Vögel.

Die echten Vögel sind durch eine weitgehende Verschmelzung der meist lufthaltigen Knochen ausgezeichnet, i. b. der Schädelknochen, der Beckenwirbel, der hinteren Schwanzwirbel (zum Pygostyl — 737 *py*), ferner der beiden Schlüsselbeine (zum Gabelbein — 737 *cl*), der Beckenknochen miteinander und mit den Beckenwirbeln, vor allem auch der Beinknochen, unter denen der 3köpfige Laufknochen (aus Mittelfuß- und Fußknochen entstanden — (*tm*) bemerkenswert ist. Die opisthocoelen Wirbel haben Sattelgelenke; am Becken fallen ähnlich wie bei den *Dinosauriern* das nach vorn und hinten verlängerte Darmbein (738 *il*, 739 *il*) und die parallel zueinander nach rückwärts gerichteten Sitzbeine (*is*) und Hinteräste der Schambeine (*postpubis pp*) auf. Zähne fehlen. Die Haut ist mit Federn bedeckt.

Weitaus die Mehrzahl besitzt einen Brustbeinkiel, verwachsene Schlüsselbeine, Flügel und Konturfedern — *Carinatae* (737), diese Merkmale fehlen dagegen den Laufvögeln — *Ratitae* (738, 739).

### I. Carinatae. Flugvögel.

Fossile Reste dieser Abteilung, von den heutigen Vertretern meist nur in unwesentlichen Merkmalen abweichend, lassen sich, wenn auch nicht gerade in großer Häufigkeit, bis zum Eocän zurückverfolgen. Bemerkenswert ist das Vorkommnis einer Form (*Odontopteryx* Ow.) mit zahnartig gezackten Kiefern im Eocän von England.

Aus der Ob. Kreide von N. Amerika und England kennt man Reste einer als

**Odontornae** bezeichneten Gruppe, die sich durch bikonkave Wirbel und bezahnte Kiefer auszeichnen. Unter diesen befindet sich

**Ichthyornis** Marsh (737), ein mövenartiger Vogel mit großem Schädel, aber sehr kleinem Hirn. Unterkiefer der ganzen Länge nach, Oberkiefer nur in der hinteren Hälfte bezahnt. Ob. Kreide. Kansas.

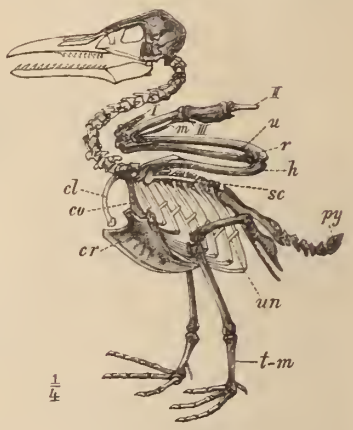



Fig. 737. *Ichthyornis victor* Marsh. Ob. Kreide. Kansas. Skelett. *cl* Clavicula; *co* Coracoid; *cr* Crista sterni; *h* Humerus; *m* 2. u. 3. Metacarpus; *py* Pygostyl; *r* Radius; *sc* Scapula; *t-m* Lauf; *u* Ulna; *un* Processus uncinatus; *I* 1. Metacarpus; *II, III* 2. u. 3. Finger.

## II. Ratitae. Laufvögel.

Die jetzt auf die Südhalbkugel beschränkten Strauße, Kasuare, Moas u. Verw. besitzen im Gegensatz zu den *Carinatae* infolge des nicht ausgebildeten Flugvermögens nur wenige lufthaltige Knochen, ein kielloses Brustbein, schwach entwickelte oder fehlende Vorder-, dagegen ungemein starke Hintergliedmaßen. Es fehlen ihnen die Schwungfedern, wie Konturfedern überhaupt. Der Schädel ist auffallend klein.

Erst im 18. Jahrhundert durch die Eingeborenen ausgerottet, sind die Riesenvögel Neuseelands (*Moas*), die

**Fam. Dinornithidae,** deren Skelette in Neuseeland häufig sind. Dahin gehören

**Dinornis** Ow. (738) mit 3 Zehen und fast ganz verkümmerten Vordergliedmaßen, dessen größte Art *D. giganteus* Ow. eine Höhe von 3,5 m erreichte, sowie

**Palapteryx** Ow. mit 4 Zehen und fehlenden Vordergliedmaßen, bis fast 2 m hoch.

Skelettreste und die 8 Liter fassenden Eier eines ausgerotteten Riesenvogels (*Aepyornis*) aus der Verwandtschaft der Kasuare werden auf Madagaskar gefunden. Fossile Reste des afrikanischen Straußes deuten darauf hin, daß dieser noch zur Pleistocänzeit in Asien und Europa verbreitet war und hier wohl erst durch den Menschen ausgerottet wurde.

Als

**Odontolcae** bezeichnet man große, bezahnte Schwimmvögel ohne Flügel, am besten durch

**Hesperornis** Marsh (739) bekannt. Zähne in Rinnen stehend, nur im Zwischenkiefer fehlend. Unterkieferäste nicht verwachsen. Schwanzwirbel

nicht zum Pygostyl verwachsen. Vordergliedmaßen rudimentär. Lauf kurz. Die äußerste Zehe beträchtlich länger als die 3 anderen. Ob. Kreide. Kansas.

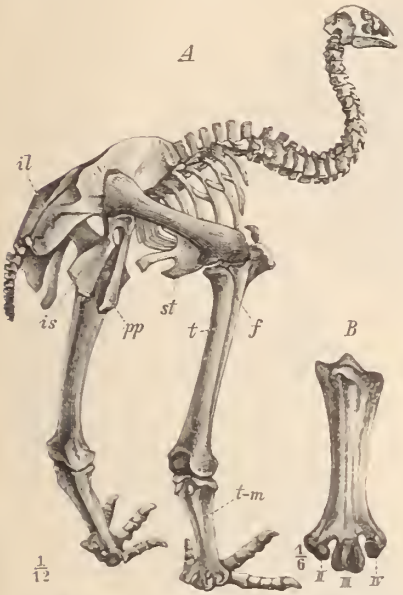



Fig. 738. *Dinornis parvus* Owen. Subfossil. Neuseeland. *A* Skelett. *B* Tarso-Metatarsus mit Gelenkhöckern der II.—IV. Zehe.

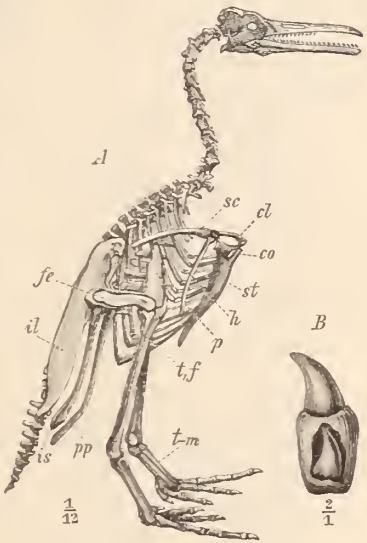



Fig. 739. *Hesperornis regalis* Marsh. Ob. Kreide. Kansas. *A* Skelett. *B* cölodonter Zahn mit Zahnkeim.

*cl* Clavicula; *co* Coracoid; *fe* Femur; *f* Fibula; *h* Humerus; *il* Ileum; *is* Ischium; *p* Patella; *pp* Postpubis; *sc* Scapula; *st* Sternum; *t* Tibia; *t-m* Lauf (Tarso-Metatarsus).

---

Ein sehr wichtiges, in seiner Bedeutung viel umstrittenes Bindeglied zwischen *Sauriern* und *Vögeln* bildet die als Typus einer eigenen Unterklasse

## Saurura

geltende, in 2, sich gut ergänzenden Stücken (Berlin, London) aus dem lithographischen Kalk von Solnhofen bekannte Gattung

**Archaeopteryx** Ow. (740). Das taubengroße Tier besitzt viele Merkmale, wie sie für die heutigen Vögel im erwachsenen Zustande bezeichnend sind, i. b.

- eine vollständige Befiederung, die sich auch auf den Unterschenkel ausdehnt,
- die allgemeine Form und Beschaffenheit des Kopfes, i. b. das Fehlen von Schläfengruben, der Besitz von Tränengruben, die schlitzförmigen Nasenlöcher, die Verschmelzung der Knochen u. a. m.,
- die Beschaffenheit des Schultergürtels, des — freilich kiellosen — Brustbeins und der Hinterextremitäten.

Dagegen bilden die schlanken, rundlichen, ungegliederten und nicht mit Hakenfortsatz versehenen Rippen ein Reptilienmerkmal, ebenso die Bauchrippen und der Sklerotikalring. Andre Kennzeichen können mit etwa gleichem Rechte als embryonale Vogel- wie als Reptilien-Merkmale aufgefaßt werden wie die lange, eidechsenartige Schwanzwirbelsäule mit den nicht verwachsenen Wirbeln, die bikonkaven Wirbel, die geringe Zahl (6) der Beckenwirbel, die nicht verwachsenen Beckenknochen, die, wie bei Eidechsen, unvollkommene Verwachsung der Handgelenk- und Mittelhandknochen und die Bezahnung.

So stellt sich *Arch.* als eine sehr primitive Vogelform dar, die die Annahme stützt, daß sie von Reptilien stammt und den Übergang von diesen zu den (? oder einem Teile der) *Carinatae* bildet.

Das Fehlen eines Brustbeinkiels und die Krallen deuten darauf hin, daß *Arch.* im wesentlichen ein Klettertier mit unvollkommenem Flugvermögen gewesen ist.

Fig. 740. *Archaeopteryx macrura* Owen. Lithographischer Plattenkalk. Solnhofen. Restauriert in der Stellung des Berliner Exemplars. *c* Carpus; *cl* Clavicula; *co* Coracoid; *h* Humerus; *r* Radius; *sc* Scapula; *u* Ulna; *I—IV* 1.—4. Finger bez. Zehen.

## 5. Klasse: Mammalia. Säuger.

Die Säuger sind in mehrfacher Hinsicht stärker spezialisiert und zeigen eine weitergehende Differenzierung ihrer Organe, als die andern

Klassen der Wirbeltiere. Als bezeichnende Merkmale sind hervorzuheben: Die Ernährung der Jungen mit Milch, die Behaarung des Körpers (der nur selten nackt oder mit Schuppen oder Knochenplatten bedeckt ist). Im Skelettbau herrscht eine weitgehende Verschmelzung von Knochen, ähnlich wie bei den Vögeln; dazu tritt vielfach eine besonderen Funktionen angepaßte Differenzierung in den Gliedmaßen und im Gebiß. Die Zunahme des Gehirns, die sich im Laufe der Tertiärzeit vollzieht, gelangt bes. auch in der Gestalt des

**Schädels** zum Ausdruck, indem sich der umfangreichere Hirnteil über den zurücktretenden Gesichtsteil immer mehr hinüberwölbt. Die Hirnkapsel ist vollständig verknöchert, die Zahl der Schädelknochen infolge von frühzeitigem Verwachsen gering. Oberkiefer unbeweglich mit dem Schädel verbunden; der Unterkiefer besteht jederseits nur aus 1 einzigen Knochen mit mehreren Fortsätzen. Das Quadratbein ist zum Ambos im Ohre geworden. Das Hinterhaupt trägt 2 Gelenkköpfe. Die Zähne stehen nur noch 1reihig und in Alveolen auf den Kieferrändern (749), die hinteren sind fast stets mehrwurzelig (757 *B*, 755). Zahnwechsel findet höchstens einmal statt.

**Wirbelsäule.** Die Wirbel sind biplan, selten opisthocöl, durch elastische Zwischenwirbelscheiben miteinander verbunden, bei Erwachsenen vollkommen verknöchert. Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzwirbel vorhanden (bei rudimentären Hintergliedmaßen fehlt die Kreuzbeinregion). Fast stets 7 Halswirbel mit unbeweglichen Querfortsätzen. Das Brustbein ist stets verknöchert.

**Gliedmaßen.** Durch Reduktion wird das Rabenbein zu einem Fortsatz des Schulterblatts (*proc. coracoideus*); auch Schlüsselbein und *Episternum* verschwinden meist. Die Beckenknochen verschmelzen zu einer Masse. Die freien Gliedmaßen erfahren wie bei den Reptilien je nach ihrer Funktion eine sehr verschiedene Ausgestaltung als Schwimmfüße, Flossen, Flughände, Geh- oder Laufbeine usw. Besonders wichtig sind die Umwandlungen, welche sich an den zur Fortbewegung auf dem festen Boden am besten geeigneten Laufbeinen vollziehen.

Die erste Veränderung besteht darin, daß der Fuß nicht mehr mit der ganzen Sohle (plantigrad), sondern nur noch mit den Zehen (digitigrad), schließlich nur noch mit den behuften Endphalangen den Boden berührt (unguligrad). Das Gewicht lastet jetzt auf den mittleren Zehen, während die seitlichen entlastet und daher schwächer werden und schließlich, mit der 1. Zehe beginnend, verschwinden. Entweder verteilt sich der Druck auf die 3. u. 4. Zehe gleichmäßig, und es entsteht der Paar- oder Zweihufer, oder auf die 3. Zehe allein, und es kommt unter Verkümmerung der übrigen Zehen zur Bildung des Einhufers. Gleichzeitig verstärken und verlängern sich die entsprechenden Mittelfußknochen (Metapodien), legen sich aneinander an und verwachsen (bei Paarhufern) zu einem Stück. Diese Umbildungen vollziehen sich in den hinteren Gliedmaßen stets etwas früher als in den vorderen.

**Gebiß.** Für die Unterscheidung der Säuger ist das Gebiß von größter Bedeutung, da oft selbst einzelne Zähne eine Art ± scharf charakterisieren

und sie sich fossil besser erhalten als die Knochen. Von den zahlreichen Zähnen, welche die Vorfahren der Säuger als Reptilien besessen haben, treten infolge der Verkürzung der Kiefer nur eine geringe Zahl gleichzeitig in Gebrauch; ein anderer Teil tritt erst später als Ersatzzähne an Stelle der zuerst gebildeten Milchzähne — diphyodontes Gebiß, im Gegensatz zum monophyodonten, bei dem kein Zahnwechsel stattfindet.

Nur selten sind alle Zähne von gleicher Beschaffenheit wie bei den Reptilien (Delphin), vielmehr gliedert sich das Gebiß zumeist in vordere

Schneidezähne, welche im Zwischenkiefer stehen,

Eckzähne (Canine), der jederseits dahinter stehende erste, meist verlängerte Zahn, und

Backzähne (Molaren), welche bei Zahnwechsel in gewechselte Prämolaren und die meist größeren und vollständigeren, nicht wechselnden Molaren zerfallen.

Ein vollzähliges Säugergebiß besteht, wie das für viele eocäne Tiere zutrifft, aus 44 Zähnen, nämlich 12 Schneide-, 4 Eckzähnen, 16 Prämolaren und 12 Molaren. Bei vielen Gruppen ist das Gebiß im Laufe der Zeit reduziert worden, indem einzelne Zähne oder ganze Kategorien verschwinden. Mehr als 44 Zähne besitzen nur Waltiere und Zahnarme.

Im allgemeinen bewahren nur die Eckzähne die ursprüngliche, kegelförmige Gestalt des Fangzahns der Reptilien; die Schneidezähne werden meißel- oder schaufelförmig, auch wohl hauerartig, bleiben aber stets 1wurzelig, während die Backzähne 2- oder mehrwurzelig werden und sich nach zwei verschiedenen Richtungen differenzieren können:

a) bei den Fleischfressern werden sie z. T. klingenartig (sekodont — 755), zum Zerschneiden der Nahrung geeignet, sonst aber bes. bei

b) den Pflanzenfressern breit, höckerig oder platt, weil zum Zerreiben der Nahrung dienend. Diese

Vergrößerung der Kaufläche kommt dadurch zu stande, daß sich entweder an der Spitze des ursprünglichen Kegelzahns oder an seiner Basis neben oder hinter ihm neue Höcker herausbilden, und zwar erhalten die unteren Backzähne einen hinteren Anhang (Talon), die oberen Backzähne einen seitlichen, inneren. Daher sind die unteren i. A. verlängert, die oberen verbreitert. Ein häufig fixiertes Stadium in diesem Vorgange ist der 3höckerige (trigonodonte) Molar. Verdoppelt sich der hintere Höcker des unteren oder der seitliche des oberen Molaren, so entsteht der 4höckerige (tetragonodonte) Molar, und schließlich kann der Zahn durch Ausbildung weiterer Höcker am Hinterrande zu dem vielhöckerigen Gebilde der Schweine oder Proboscidier werden.

Ursprünglich stehen die Höcker als runde, ± spitzige Kegel vereinzelt — bunodontes Gebiß (801), meist aber erhalten sie Kanten, werden niedriger und flacher und bilden sich zu Leisten (Kämmen oder Jochen) um, die mit ihren Enden zusammenfließen — lophodontes Gebiß (781) der Pflanzenfresser. Die Leisten stehen, wenn die Kiefer von vorn nach hinten bewegt werden, quer (Querleisten oder -joche), wenn seitlich bewegt, i. A. längs, nehmen aber dabei gewöhnlich einen bogigen, halbmondförmigen Verlauf — selenodontes Gebiß (808) der Wiederkäuer.

Der normale Zahn besitzt eine niedrige Krone und lange geschlossene Wurzeln (brachyodont). Auf der Krone wird das Zahnbein von einer

Schmelzlage, an der Wurzel von Zement bedeckt. Bei den ± prismatischen (hypselodonten) Zähnen wächst die Krone in die Länge, die Schmelzlage nutzt sich bald ab, so daß das Zahnbein auf der Kaufläche an die Oberfläche tritt. Das Wachstum dauert sehr lange an, und die Krone bleibt unten geöffnet oder schließt sich erst sehr spät. Schließlich füllen sich die Täler zwischen den Höckern und Leisten mit Zement. Prismatische Zähne behalten bei der Abnutzung stets das gleiche Aussehen, während normale Zähne in dem Maße, als ihre Höcker oder Leisten abgenutzt werden, ein immer wechselndes Bild liefern.

**Einteilung.** Man pflegt die Säuger in 3, ungleichwertige Unterklassen einzuteilen:

I. **Monotremata** (Kloakentiere), die zwar säugen, aber Eier legen; sie sind in 2 Gattungen lebend und z. T. jungtertiär aus Australien bekannt.

II. **Marsupialia** (Beuteltiere), welche sehr unentwickelte Junge gebären, so daß sie noch längere Zeit in einem die Milchdrüsen umschließenden Beutel (*marsupium*) getragen werden müssen; dieser wird durch 2 Fortsätze des Schambeins (Beutelknochen) gestützt.

III. **Placentalia,** welche die Jungen durch einen Mutterkuchen bis zur Reife ernähren, und denen daher Beutel und Beutelknochen fehlen.

## II. Marsupialia. Beuteltiere.

Außer durch obige Merkmale sind die Beuteltiere durch primitive Merkmale, wie kleines und glattes Hirn, durchbrochene Gaumenplatten und durch den Besitz eines nach einwärts gebogenen Winkels am Unterkiefer (742) ausgezeichnet. Nur dem 3. Backzahn geht ein Milchzahn voraus.

Im übrigen zeigt das Gebiß sehr verschiedenartige Ausbildungen, die an die Zahnbildungen der Raubtiere, Insektenfresser, Pflanzenfresser und Nagetiere erinnern. Man hat daher alle höheren Säuger als aus den Beuteltieren abgeleitet gedacht, eine Auffassung, die in den fossilen Funden wenig Stütze findet.

Die Mehrzahl der heutigen Beutler bewohnt die australische Region, ein kleiner Teil, die Beutelratten (*Didelphyidae*), Amerika. Sie zerfallen in

**1. Ordn. Polyprotodontia** mit 3höckerigen Back- und wohl entwickelten Eckzähnen (741). Fleisch- und Insektenfresser, mittelgroß bis sehr klein.

**2. Ordn. Diprotodontia** mit 4höckerigen oder 2jochigen Back- und fehlenden oder schwach entwickelten Eckzähnen (743). Pflanzenfresser von z. T. bedeutender Größe.

## 1. Ordnung: Polyprotodontia.

Das Gebiß ist vollständig und enthält meist einen Eckzahn von auffallender Größe und gewöhnlich 4 Schneidezähne.

Hierher gehören die australischen Beutelmarder (*Dasyuridae*) und der Ameisenbeutler, sowie die amerikanischen Beutelratten (*Didelphyidae*). Erstere sind in den lebenden Gattungen aus dem australischen Pleistocän bekannt, letztere reichen bis in das älteste Tertiär (?Kreide) zurück und waren früher nicht nur in Amerika, sondern auch in Europa verbreitet, wie z. B. die Gattung

**Didelphys** L. selbst, die im Oligocän und Miocän Europas in zahlreichen Arten vorkommt.

---

An die *Polypr.* reiht man gewöhnlich die meist nur in Kiefern bekannten Reste von Beutler-ähnlichen Tieren des Mesozoikums, die unter der Gesamtbezeichnung

**Pantotheria** zusammengefaßt werden. Sie sind in einigen Gattungen aus Trias und Kreide, bes. zahlreich aber aus dem Jura bekannt. Die triadischen Vertreter wie

**Dromatherium** Emm. (741) zeigen durch ihre einwurzeligen Molaren (*m*) und einfach zugespitzten Prämolaren (*p*) noch auffallende Ähnlichkeit mit den *Pelycosauria* (S. 401), während ein Teil der jurassischen und kretazischen Formen, wie

Fig. 741. *Dromatherium silvestre* Emm. Ob. Trias. Nord-Carolina. Rechter Unterkiefer.

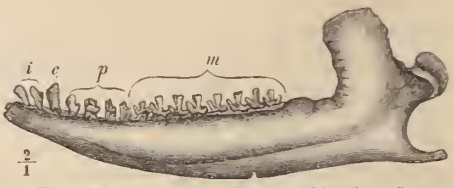



Fig. 742. *Dryolestes priscus* Marsh. Jura, Felsengebirge. Linker Unterkiefer von außen.

**Dryolestes** Mrsh. (742) durch ihre dreiwarzigen Backzähne sehr an die *Insektenfresser* erinnern, von denen sie sich hauptsächlich durch die größere Zahl der Molaren ($> 3$) unterscheiden.

Andre jurassische Formen wie *Phascolotherium* Ow. u. *Triconodon* Ow. stehen dagegen den *Didelphyiden* sehr nahe. Es ist jedoch im Auge zu behalten, daß wir von dem übrigen Skelett und der Organisation dieser mesozoischen Formen nichts wissen.

## 2. Ordnung: Diprotodontia.

Gebiß ohne oder mit schwach ausgebildeten Eckzähnen. Schneidezähne unvollständig, aber groß (743).

Hierher die pflanzenfressenden Beuteltiere, meist kleinere oder, wie die Kängurus, größere Tiere, die ganz auf Australien beschränkt sind, hier auch jungfossil vorkommen.

In den allerjüngsten, vielleicht recenten Schichten (Knochenhöhlen) Australiens finden sich einige hierher gehörige Riesenformen, von denen heute keine nahestehenden Vertreter mehr leben, so

**Diprotodon** Ow. (743, 744 *A*). Plumpe Pflanzenfresser von Nashorn-Größe. Die ersten Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer zylindrisch, hauerartig verlängert, wurzellos. Backzähne in beiden Kiefern groß, 2jochig (744 *A*), wie beim Känguru. Eine mehr isolierte Stellung nimmt der riesige Beutellöwe,

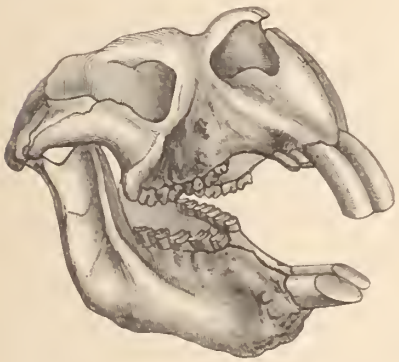


Fig. 743. *Diprotodon australis* Owen. Pleistocän. Australien. Schädel.

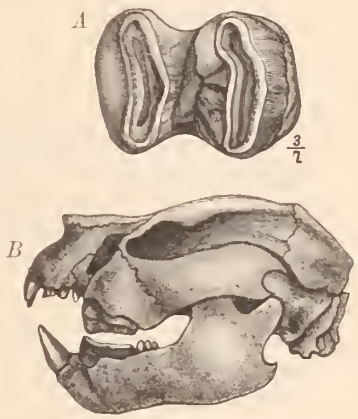



Fig. 744. *Diprotodon australis* Owen. Letzter unterer Molar. *B Thylacoleo carnifex* Owen. Pleistocän. Australien. Schädel von der Seite. 1/6.

**Thylacoleo** Ow. (744 *B*), ein. Seine auffallend stark ausgebuchteten Jochbogen lassen auf mächtige Kaumuskeln schließen. Auch die Zähne sind z. T. raubtierartig, namentlich die mittleren, fangzahnartigen Schneidezähne und der dritte, klingenförmig gestaltete Prämolar. Die Endphalangen trugen gewaltige Krallen. Vielleicht ein Aasfresser.

Aus Mesozoikum und Eocän kennt man Reste (meist nur Kiefer) von Beutler-ähnlichen, sehr primitiven Säugern, die durch eine geringe Zahl von Zähnen und durch vielhöckerige Molaren ausgezeichnet sind.

**Multituberculata** (= *Allotheria*). Von manchen dieser Reste, wie *Tritylodon* (S. 402) bleibt es zweifelhaft, ob sie besser zu den Reptilien oder zu den Säugern zu stellen sind; andre stehen dagegen gewissen mitteltertiären Beutlern Patagoniens sehr nahe, wie

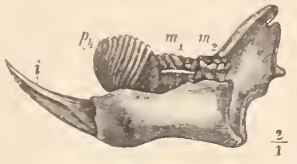



Fig. 745. *Neoplagiaulax eocaenus* Lem. Unt. Eocän. Reims. Rechter Unterkiefer von innen.

**Microlestes** Plien. aus dem rhätischen Knochenbett Württembergs,

**Plagiaulax** Falc. u. a. aus dem Purbeck von England und sein naher Verwandter

**Neoplagiaulax** Lém. (745) aus dem französischen Eocän. Diese letzteren zeichnen sich durch die geringe Zahl (2) der mit 2 oder 3 Höckerreihen versehenen Molaren ($m_1$, $m_2$), durch die blattartigen, seitlich gerieften Prämolaren ($p_4$ und durch den einzigen, nagerartig verlängerten Schneidezahn ($i$) aus.

## III. Placentalia.

Der weitaus größte Teil der Säuger besitzt als gemeinsames Merkmal die Ernährung des Embryo mit Hilfe eines Mutterkuchens; besondere osteologische Merkmale lassen sich aber, abgesehen vom Fehlen der Beutelknochen, für sie nicht angeben; vielmehr prägt sich die wechselvolle Lebens- und Ernährungsweise im Skelettbau der einzelnen Gruppen entsprechend verschiedenartig aus. Man unterscheidet gewöhnlich folgende Ordnungen:

A. Seesäuger, die sich an keine bekannte Landsäugergruppe anschließen.

1. **Cetacea.** Waltiere. Gebiß wenig differenziert.

B. Landsäuger.

a) Fleischfresser.

2. **Insektivora.** Insektenfresser.
3. **Chiroptera.** Fledermäuse.
4. **Carnivora.** Raubtiere.

b) Pflanzenfresser, krallentragend.

5. **Edentata.** Zahnarme.
6. **Rodentia.** Nagetiere.

c) Pflanzenfresser, huftragend.

7. **Ungulata.** Huftiere.

d) Pflanzenfresser, nägeltragend.

8. **Primates.** Herrentiere.

## 1. Ordnung: Cetacea. Waltiere und Delphine.

Der Kopf des fischähnlichen Körpers erscheint meist vom Halse abgesetzt. Eine wagerechte, skelettlose Schwanzflosse vorhanden. Vorderextremitäten flossenartig, Hinterextremitäten fehlend. Nasenlöcher auf der Oberseite der Schnauze weit nach hinten gelegen. Haut glatt, meist haarlos.

Die Skelettknochen sind schwammig und ohne Markhöhle. Schädel hoch und kurz, mit langer Schnauze. Zähne kegelförmig, einwurzelig, zahlreich (Delphine), auf den Unterkiefer beschränkt (Pottwale) oder durch Barten ersetzt (Bartenwale). Kein Zahnwechsel, obgleich Ersatzzähne zuweilen vorhanden. 7 kurze, oft miteinander verwachsene Halswirbel. Rippen nur locker

mit der Wirbelsäule verbunden. Schwanz mächtig entwickelt. Hinterextremität und Becken fehlen oder sind rudimentär. Überzählige Fingerglieder (bis 15) vorhanden. Gehörknochen dick, kompakt, leicht isolierbar. Die Waltiere leben meist im Meere, zuweilen gesellig, wie die Delphine. Sie erreichen z. T. enorme Größe.

Von den heutigen Delphinen und Walen nur wenig abweichende Vertreter kommen vom Miocän an nicht selten vor. Verhältnismäßig zahlreiche und mannigfaltige Reste sind aus der jetzt nur noch spärlich vertretenen Gruppe der *Platanistidae* (Flußdelphine) mit vollständig freien Halswirbeln gefunden. Ein noch mit primitiven Merkmalen versehener Delphin ist die im Miocän Europas, Amerikas und Australiens verbreitete Gattung

Fig. 746. *Squalodon bariensis* Jourdan. Miocän. Schädel. *co* Hinterhauptsgelenk; *f* Stirnbein; *im* Zwischenkiefer; *j* Jugale; *md* Unterkiefer; *mx* Maxillare; *os* Supraoccipitale; *t* Temporale; *ty* Tympanum.

**Squalodon** (746). Der Zwischenkiefer (*im*) trägt kegelförmige Zähne; Backzähne $2=3$ wurzelig, mit zusammengedrückter, gezackter Krone. Beide Merkmale fehlen den heutigen Delphinen.

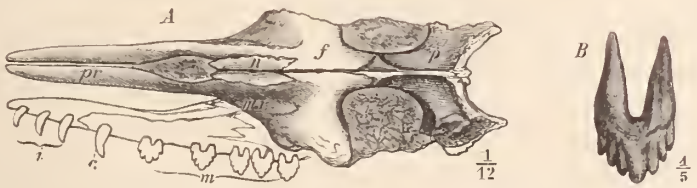



Fig. 747. *Zeuglodon cetoides* Ow. Eocän. Alabama. *A* Schädel von oben, Gebiß von der Seite. *f* Stirnbein; *mx* Maxillare; *n* Nasenbein; *p* Parietale; *pr* Zwischenkiefer; *i* Schneide-, *c* Eck-, *m* Backzähne. *B* ein Backzahn.

**Zeuglodon** (747) gilt als Vertreter einer jetzt nicht mehr lebenden Gruppe der *Archaeoceti* (Urwale). Kopf niedrig. Zwischenkiefer und Bezahnung ähnlich wie bei *Squalodon*. Milchzähne vorhanden. Nasenöffnung weit nach vorn gelegen, von langen Nasenbeinen (*n*) überdacht. Bis 20 m lange Reste im Eocän Europas, Ägyptens, N. Amerikas und Neuseelands.

Älter als eocän sind keine *Cetaceen* bekannt. Auch kennt man bis jetzt keine Landsäugetiere, an die sie sich anschließen ließen.

## 2. Ordnung: Insectivora. Insektenfresser.

Die Insektenfresser sind kleine Tiere mit oft unterirdischer Lebensweise. Ihr kleines, glattes Gehirn, die geringe Differenzierung

des Gebisses, das Vorhandensein des Schlüsselbeins und das Auftreten von Lücken im Gaumen (wie bei den Beuteltieren) stempeln sie zu einem primitiven, wenig spezialisierten Typus. Das Milchzahngebiß tritt selten in Funktion.

Die Verbreitung der spärlichen fossilen Reste fällt i. A. in das heutige Verbreitungsgebiet (Nordhalbkugel), und zwar sind sie schon im Eocän gut von andern Ordnungen abgesondert. Auch sind mehrere Familien wie die *Talpidae* (Maulwürfe), *Soricidae* (Spitzmäuse) und *Erinaceidae* (Igel) schon zur Eocänzeit durch Formen vertreten, die von den heutigen nur wenig abweichen. Daneben gibt es aber auch alttertiäre Vertreter, die sich nicht ungezwungen unter die lebenden einreihen lassen.

## 3. Ordnung: Chiroptera. Fledermäuse.

Die spärlichen Funde von Fledermäusen, die man seit dem Eocän kennt, zeigen in keinem Merkmale wesentliche Abweichungen von den jetzt lebenden Formen. Sie sind durch kurzen Schädel, spärliche, aber vollständige Bezahnung, sowie durch die Flughaut ausgezeichnet, die sich zwischen den stark verlängerten 4 letzten Fingern und den Hintergliedmaßen ausspannt.

## 4. Ordnung: Carnivora. Raubtiere.

Die besondere Ernährungsweise der Fleischfresser spricht sich hauptsächlich im Gebiß aus. Dieses ist vollständig und besteht aus 3 gedrängt stehenden Schneidezähnen, 1 verlängerten Eckzahn, 4 meist einfachen Prämolaren und 3 drei- oder vierhöckerigen Molaren. Das Milchgebiß ist stets vollständig.

Die älteren, im Eocän, Oligocän, vereinzelt auch noch im Miocän verbreiteten Vertreter,

**Creodontia**, besitzen noch mehrfach primitive Merkmale gegenüber den jüngeren, typischen *Fissipedia*. Der Schädel ist groß, das Gehirn klein und glatt. Das Gebiß ist vollständig, Schneide- und Eckzähne sind i. A. raubtierartig gestaltet, aber die Backzähne nur in die einfachen, seitlich zusammengedrückten Prämolaren und die fast immer dreihöckerigen, wesentlich gleichartigen Molaren geschieden. Ein Reißzahn ist kaum angedeutet. Die Gliedmaßen erscheinen plump im Verhältnis zum Körper. Die Verwachsung von 3 Handwurzelknochen, wie bei den echten Raubtieren, findet nicht statt.

Unter den zahlreichen und mannigfaltig gestalteten Vertretern mögen als bes. häufig hervorgehoben werden:

**Proviverridae** (748). Tiere von geringer bis mittlerer Größe, im Eogen Europas und N. Amerikas verbreitet. Der 4. Prämolar des Oberkiefers Molarenähnlich gestaltet (Beginn der Reißzahnbildung). Untere Molaren mit 3 vorderen ($\alpha$, $\beta$, $\beta'$) und 1 hinteren Höcker ($\gamma$), nicht zusammengedrückt. *Proviverra* Rüt. (748) Ob. Eocän Europas. Zu den

**Hyaenodontidae** (749) gehören Tiere von meist beträchtlicher Größe, die vom Eocän — Miocän in Europa und N. Amerika häufig vorkommen.

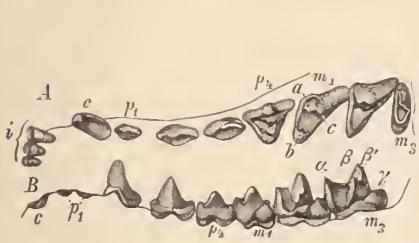



Fig. 748. *Proviverra Cayluxi* Filh. sp. Oligoeän. Phosphorite von Caylux. Gebiss. *A* Oberkiefer von der Kaufläche. *B* Unterkiefer von innen.

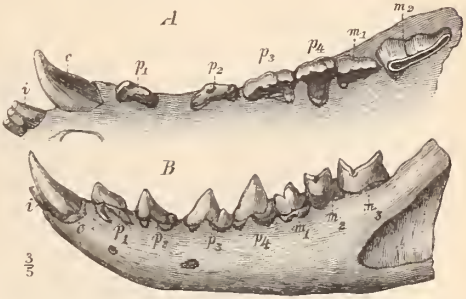



Fig. 749. *Hyaenodon leptorhynchus* Laiz. et Par. Obereocäne Phosphorite von Mouillac. *A* Oberkiefer von der Kaufläehe. *B* Unterkiefer von außen.

*i* Schneide-, *c* Eckzähne; $p_1$—$p_4$ Prämolaren; $m_1$—$m_3$ Molaren.

Sie nähern sich den echten Raubtieren durch die zusammengedrückten, klingenförmigen Zacken der Molaren, doch fehlt ihnen noch der typische Reißzahn und das Skelett zeigt noch primitive Merkmale. *Hyaenodon* Laiz. et Par. (749) von Wolf- bis Bärengröße in Europa und N. Amerika. *Pterodon* Blv. (750) nur in Europa.

Es gab aber zur Eocänzeit auch schon Formen, die wegen des deutlich entwickelten Reißzahns zu den echten *Carnivoren* zu stellen sind, während ihr Skelett noch *Creodontier*-artig ist — *Miacidae* (N. Amerika).

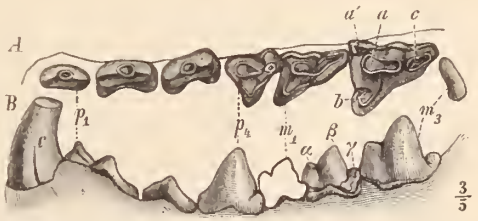



Fig. 750. *Pterodon dasyuroides* Gerv. Oligocän. Lignite von Débruge (Vaucluse). *A* obere Backzähne von der Kaufläehe. *B* untere Backzähne von außen.

**Fissipedia.** Bei den echten Raubtieren bilden sich der obere 4. Prämolar und der untere 1. Molar zu Reißzähnen um, welche die andern Backzähne gewöhnlich an Größe übertreffen. Zugleich vermindert sich die Zahl der Prämolaren, die zu ± zusammengedrückten Lückzähnen und die der Molaren, die zu stumpfhöckerigen Höckerzähnen werden. Die Eckzähne sind stark verlängerte, vorn und hinten kantige Fangzähne, die ursprünglich plantigraden Füße werden oft digitigrad und stark bekrallt. Drei Handwurzelknochen (Scaphoid, Lunare, Centrale) sind zu einem Stück verwachsen ($753\,s + c + l$).

Der obere Reißzahn besitzt stets 2 klingenartig zugeschärfte Außenhöcker in scherenförmiger Stellung ($751\,A\,p_4$, $a$, $c$), der untere ist dreihöckerig mit ebenfalls klingenartig gestaltetem und scherenförmig gestelltem Vorder- und Außenhöcker ($751\,C\,\alpha$, $\beta$). Bei Formen mit vorwiegender Pflanzenkost

entwickeln sich die Reißzähne nur schwach, und die Höcker der Molaren werden kegel- oder warzenförmig (752 $A\,p_4$; $B\,m_1$ — $A\,m_1$, $m_2$; $B\,m_2$, $m_3$).

Die *Fissip.* sind aus den *Creodontia* hervorgegangen; seit dem Oligocän, bes. seit dem Miocän treten sie weit verbreitet auf und bewohnen noch heute alle Erdteile außer Australien. Die

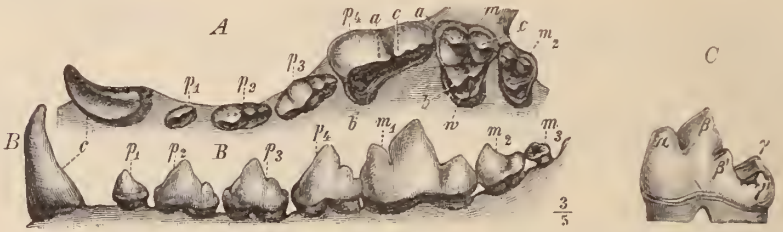



Fig. 751. *Canis lupus* L. Recent. *A* Oberkiefer von der Kaufläche. *B* Unterkiefer von außen. *C* unterer Reißzahn von innen.

**Canidae** (Hunde) haben z. T. noch ein vollständiges Gebiß, meist aber nur $\frac{2}{3}$ Molaren.

Im Miocän erscheint **Amphicyon** Lart., mit vollständigem Gebiß, eine zwischen Hunden und Bären vermittelnde Form. Seit dem Ob. Mioeän ist **Canis** L. (751) mit $\frac{2}{3}$ Molaren bekannt. Im Pliocän, bes. aber im Diluvium sind Wolf, Fuchs usw. deutlich geschieden. Die zahlreichen Abarten des Haushundes stammen wahrscheinlich von verschiedenen wilden Formen ab. Den

**Ursidae** (Bären) fehlen die Reißzähne; die auf $\frac{2}{3}$ reduzierten Molaren sind groß und vielhöckerig; die Gliedmaßen plump. Fossil sind sie seit dem Mioeän in gleicher Verbreitung wie heute (Asien, Europa, Amerika) bekannt. Die älteren Formen schließen sich durch weniger große Backzähne an *Amphicyon* an. Zur Diluvialzeit war der Höhlenbär, *Ursus spelaeus* Rosenm. (752,

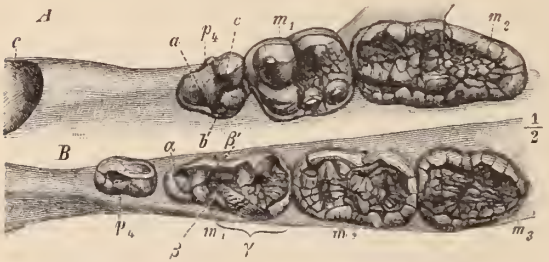



Fig. 752. *Ursus spelaeus* Rosenm. Diluvium. Württemberg. *A* Oberkiefer, *B* Unterkiefer von der Kaufläche.

*c* Eckzahn; $p_4$ Prämolar; $m_1$—$m_3$ Molaren.

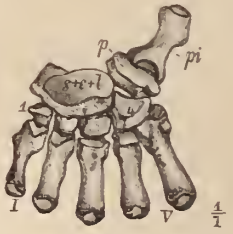



Fig. 753. *Ursus spelaeus* Rosenm. Vorderfuß. *p* Pyramidale; *pi* Pisiforme; $s + c + l$ Karpalknochen, verwachsen aus Scaphoid, Zentrale und Lunare; *1*, *4* erstes und viertes Karpale; *I*, *V* erster u. fünfter Metacarpus.

753), in Europa weit verbreitet und häufig. Er erreichte vielfach eine beträchtlichere Größe als sein heutiger Verwandter, der braune B. Ihm fehlen im erwachsenen Zustande die vorderen Prämolaren. Die

**Viverridae** (Zibethkatzen), kleine, kurzbeinige, plantigrade Tiere der alten Welt, besitzen, abgesehen von der reduzierten Zahl der Molaren ($\frac{3}{3}$), primitives Gebiß. Sie kommen seit dem Oligocän in Europa und Südindien vor. Von ihnen lassen sich die älteren

**Mustelidae** (Marder, Otter usw.), mit noch stärker reduzierten Molaren und stark gestrecktem Körper (seit dem Oligocän) ebenso wenig scharf trennen, wie die

**Hyaenidae** (Hyänen), die durch starke plumpe Prämolaren, stark verlängerten oberen Reißzahn und verkümmerte Molaren ausgezeichnet sind.

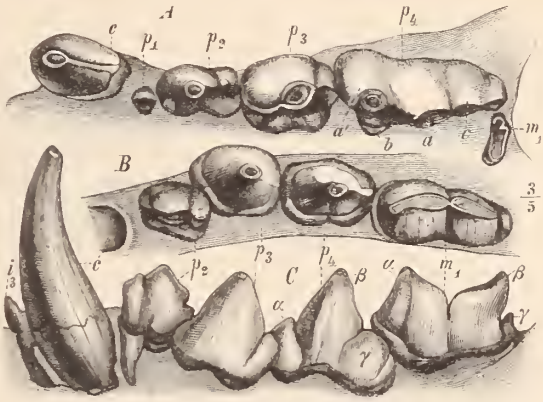



Fig. 754. *Hyaena spelaea* Goldf. Diluvium. *A* Oberkiefer. *B* Unterkiefer von der Kaufläche; *C* Unterkiefer von außen. *c* Eckzähne; *p* Prämolar; *m* Molar.

Fossil seit dem Pliocän in der alten Welt, wo sie auch heute allein leben. *Hyaena spelaea* Gf. (754), eine Abart der gefleckten H. (*H. crocuta* Zimm.), gehört zu den häufigeren Tieren des europäischen Diluviums. Bei den

**Felidae** (Katzen) ist der Raubtiertypus am meisten ausgesprochen, indem die Reißzähne zu großen, scharfen Klingen umgebildet und die Höckerzähne fast ganz unterdrückt sind. Der Schädel erscheint ± kuglig durch Verkürzung der Kiefer und der zum Ansatz der starken Kaumuskeln ausgeweiteten Jochbogen. Die Gliedmaßen lang und schlank.

Die heute über alle Erdteile außer Australien verbreiteten Katzen sind schon im Oligocän abgesondert, doch besitzen die älteren Formen noch besser ausgebildete Höckerzähne als die jüngeren. Die heutigen Katzen,

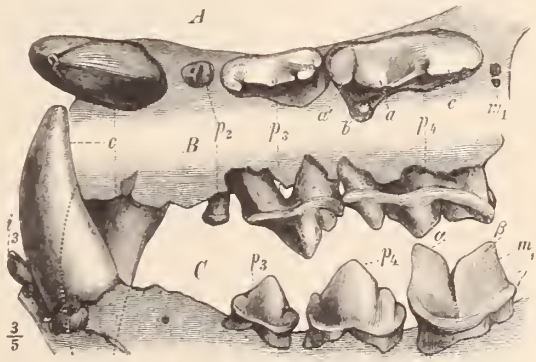



Fig. 755. *Felis spelaea* Goldf. Diluvium. *A* Oberkiefer von der Kaufläche, *B* von außen; *C* Unterkiefer von außen.

*Felis* L. (755) und Verw., lassen sich bis ins Miocän zurückverfolgen. Zur Diluvialzeit war der »Höhlenlöwe«, vom Berberlöwen kaum unterschieden, in Europa weit verbreitet. Einen vollständig verschwundenen Typus stellen die

Säbeltiger,

*Machairodinae* (756), dar, große, hochbeinige Tiere, deren obere Eckzähne zu ungeheuren, messerartigen Fangzähnen mit gezähnelter Schneide ausgewachsen, deren untere (*c*) dadurch verkümmert sind. Sie erscheinen in Europa im Oligocän und leben hier bis in die jüngere Diluvialzeit. Zur Neogenzeit in Indien und noch während der jüngeren Diluvialzeit auch in beiden Amerikas verbreitet.

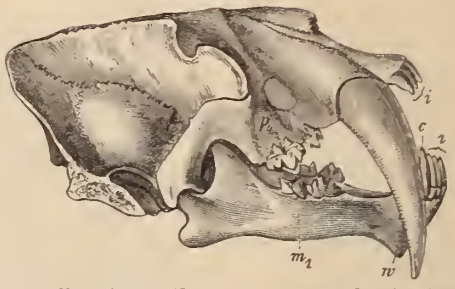



Fig. 756. *Machairodus (Smilodon) neogaeus* Lund. Schädel. Pampaslehm. Argentinien. *w* Fortsatz der Unterkiefersymphyse; $m_1$, $p_4$ Reißzähne; *c* unterer Eckzahn; *i* Schneidezähne.

## 5. Ordnung: Edentata. Zahnarme.

Gegenüber allen andern Säugetieren sind die Zahnarmen durch ein mangelhaftes oder fehlendes Gebiß ausgezeichnet. Meist sind nur säulenförmige Backzähne ohne Schmelz mit dicker Zementbedeckung vorhanden. Schneide- und Eckzähne fehlen fast stets. Ein Milchgebiß fehlt fast immer, die Zähne sind wurzellos. Die Endphalangen tragen seitlich zusammengedrückte, starke Krallen oder hufartige Nägel. Ein Hautskelett oft als vollständiger Panzer entwickelt.

Die wenigen altweltlichen Formen (*Manis* und *Orycteropus*) kennt man jungfossil aus Eurasien. Die übrigen sind heute in S. Amerika zu Hause und haben auch dort, abgesehen von einer vorübergehenden Invasion nach N. Amerika zu Ende der Pliocänzeit, eine abgeschlossene Entwicklung während des Tertiärs durchgemacht. Von diesen lassen sich die Ameisenfresser und Faultiere in spärlichen Vertretern ins Jungtertiär zurück verfolgen. Die übrigen lebenden und fossilen zerfallen in 2 Gruppen:

**I. Loricata,** Gürteltiere. Rumpf, Schwanz und Kopf in einem dicken Panzer aus Hautplatten eingeschlossen. Mehr als 5 Backzähne.

**II. Gravigrada,** Riesenfaultiere. Geschlossener Panzer fehlt, höchstens Knochenstücke in der Haut. Höchstens 5 Backzähne.

**I. Loricata, Gürteltiere.** Die heutigen Gürteltiere (*Dasypoda*) sind bei geringer Größe durch den teilweise beweglichen Panzer, durch einen niedrigen, verlängerten Schädel und durch nicht verschmolzene Rücken- und Lendenwirbel ausgezeichnet.

Sie bewohnen S. und N. Amerika bis nach Texas hinauf. Fossile Reste sind bis ins Mittl. Tertiär Patagoniens zurückverfolgt, wie *Dasypus* L. selbst.

Unter diesen waren einige, wie das im jüngsten Pleistocän verschwundene *Chlamydotherium* Lnd. von beträchtlicher (Rhinoceros-) Größe. Nicht mehr in der heutigen Fauna vertreten, aber ebenfalls erst zur Zeit der Anwesenheit des Menschen verschwunden sind die

**Glyptodontia** (Riesengürteltiere — 757, 758). Sie besitzen einen unbeweglichen, gewölbten Rückenpanzer aus zahlreichen polygonalen, meist verzierten Platten, eine röhrenartige Schwanzhülle, sowie eine Schädelplatte. Der Kopf ist kurz, der Unterkiefer sehr hoch. Vom Jochbein reicht ein ungewöhnlich langer Fortsatz abwärts. Die Rücken- und Lendenwirbel zu je einer unbeweglichen Röhre verwachsen. Die Zehen tragen gewaltige Krallen.

Sie sind vom Mittl. Tertiär ab in S. Amerika vertreten, anfangs in kleinen, im Pleistocän in riesigen (fast 4 m langen) Gestalten, habituell den Landschildkröten nicht unähnlich. Die Panzerplatten sind bei manchen rosettenförmig skulptiert, bei andern (*Daedicurus* Burm.) glatt und mit Hornplatten bedeckt. Der Schwanzpanzer besteht bei **Glyptodon** Ow. (757) aus beweglichen Ringen, bei **Hoplophorus** Lnd. u. a. aus einer unbeweglichen, kegelförmigen Röhre. Bis gegen Ende der Pliocänzeit sind sie auf S. Amerika beschränkt, verbreiten sich aber dann bis in das mittl. N. Amerika.

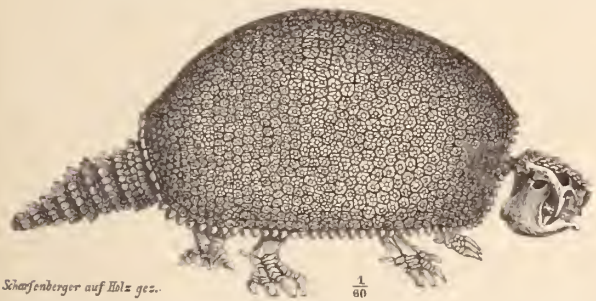



Fig. 757. *Glyptodon reticulatus* Owen. Pampasformation. Argentinien. Skelett.

Fig. 758. *Panochthus tuberculatus* Owen. Pampasformation. Argentinien. Backzahn von der Kaufläche.

**II. Gravigrada, Riesenfaultiere.** Große, z. T. riesige, jetzt vollständig ausgerottete Pflanzenfresser, von den heutigen Faultieren durch den zylindrischen Schädel, kräftigen Schwanz und plumpe Extremitäten unterschieden. Ein geschlossener Panzer fehlt, aber bei manchen ist die Haut mit kleinen Knochenstücken gepflastert.

Sie sind bis ins mittl. Tertiär Patagoniens zurückverfolgt; die größten Formen finden sich im Pleistocän S. Amerikas und im Süden N. Amerikas, so

**Megatherium** Cuv. (759), Riesenfaultier; durch die ungewöhnlich plumpe Gestaltung der hinteren Körperhälfte auffallend. Der Zwischenkiefer stark verlängert. Backzähne 4seitig, säulenförmig, eine geschlossene Reihe bildend. Das 7 m lange Tier in S. und N. Amerika verbreitet, namentlich im jungpleistocänen Pampaslehm in ganzen Skeletten gefunden.

**Mylodon** Ow. Fast von Elefantengröße. Oberkiefer abgestutzt, mit verkümmertem Zwischenkiefer. Zähne oval oder dreiseitig. Haut mit Knochenstücken. Jungpleistocän. Nahe damit verwandt und nur durch spitzere Schnauze und 4 (statt 5) Oberkieferzähne davon verschieden, ist das wahrscheinlich erst vor nicht langer Zeit ausgerottete

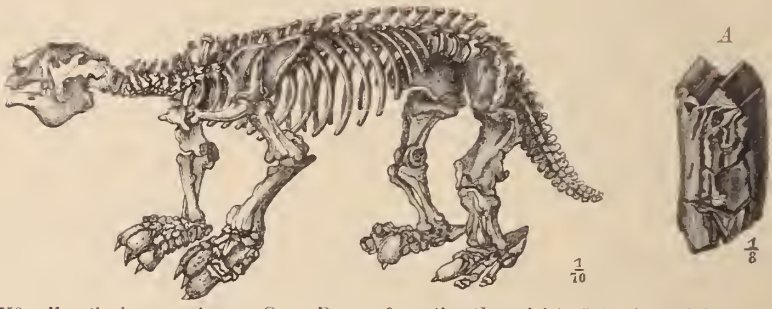



Fig. 759. *Megatherium americanum* Cuv. Pampasformation (Jungpleistocän). Argentinien. Skelett. *A* Backzahn von der Seite.

**Grypotherium** *Darwini* Ow. sp. Reste des Skeletts, Stücke der mit Knöchelchen gepflasterten, behaarten Haut und Kotballen haben sich zusammen mit Resten jetzt dort noch lebender Tiere (Strauß, Guanako) und mit unzweideutigen Spuren menschlicher Tätigkeit in der Eberhard-Höhle in S. Patagonien gefunden. Das Tier wurde von den Eingeborenen offenbar als Wintervorrat eingefangen und gefüttert, nicht aber als eigentliches Haustier gehalten. Seine Ausrottung ist zweifellos das Werk des Menschen.

## 6. Ordnung: Rodentia. Nager.

Die Nager sind meist klein, in allen Erdteilen verbreitet und besitzen ein Gebiß, das durch ihre nagende Ernährungsweise bedingt ist: große, gebogene, wurzellose, außen mit hartem Schmelz belegte Schneidezähne und durch weite Lücke davon getrennte Backzähne mit ebener Kaufläche und mit queren Jochen; Eckzähne fehlen. Der Unterkiefer bewegt sich in einer Gelenkrinne. Das Skelett kann im übrigen der verschiedenen Lebensweise entsprechend mannigfaltig gebaut sein.

Fossile Nager treten schon im Eocän auf und sind hier schon scharf von den anderen Ordnungen abgesondert. Diese ältesten Vertreter finden sich im Eocän und Oligocän von Europa nnd N. Amerika und zeigen bei einem i. A. primitiven Zahnbau (mehrwurzelige Höckerzähne) Verwandtschaft zu verschiedenen jetzt lebenden Gruppen, so zu den *Myoxidae* (Siebenschläfern), *Sciuridae* (Eichhörnchen und Murmeltieren) der Nordhemisphäre. Vielleicht sind von Europa auch die *Hystricomorpha* (Stachelschweine, Wasserschweine, Meerschweinchen etc.) ausgegangen, die vom Oligocän — Miocän an sich in S. Amerika zu einem ungewöhnlichen Formenreichtum entwickeln, und

deren Nachkommen auch heute noch vorwiegend dort leben. Manche Südamerikaner erreichten zur jüngeren Tertiärzeit eine ungewöhnliche Größe, wie

**Megamys** Laur., der größte der bekannten Nager, von Nashorn-Größe, mit den *Lagostomidae* (Viscachas, Chinchillas) verwandt.

Auch die *Myomorpha* (Mäuse, Wühlmäuse, Hamster) erscheinen zuerst im Oligocän Europas und finden sich später in Asien und Amerika reichlich vertreten. Die heute vorwiegend die trockeneren und kälteren Regionen der Nordhalbkugel bewohnenden *Arvicolidae* sind in den lößartigen Bildungen der diluvialen Steppen- und Tundrenzeiten z. T. bis nach Südeuropa hin verbreitet, so

**Myodes torquatus** K. u. B. (760), der Halsbandlemming und *M. lemmus* L. sp., sowie mehrere Vertreter der Gattung *Arvicola*.

(Eine ähnliche Verbreitung besaß der Pferdespringer, *Alactaga jaculus* Brdt., aus der Familie der *Dipodidae*, ein Bewohner der südeuropäischen und asiatischen Steppen.)

Fig. 760. *Myodes torquatus* K. u. B. Löß. Vögtlinshofen, Oberelsaß. Rechter Unterkiefer von innen. *a* Processus angularis; *c* Gelenkfortsatz; *cor* Kronfortsatz; *i* Nagezahn, dessen Wurzel sich bis *x* erstreckt; $m_1$—$m_3$ Molaren (prismatisch).

Fig. 761. *Steneofiber Eseri* H. v. M. Unt. Miocän. Allier. Schädel. *i* Nagezähne.

Die *Castoridae* (Biber) sind seit dem Miocän in Europa und N. Amerika vertreten. Wie bei vielen Nagern waren auch bei den Bibern die heute wurzellosen Zähne bei den geologisch älteren Formen wurzeltragend, so bei

**Steneofiber** Geof. (761) aus dem Neogen Europas.

Die *Leporidae* (Hasen) und *Lagomyidae* (Pfeifhasen) kennt man seit dem Miocän auf der Nordhalbkugel. Im gleichen Sinne wichtig für die klimatischen Verhältnisse der Diluvialzeit wie die *Arvicolidae* ist der Zwergpfeifhase *Lagomys pusillus* Desm. der asiatischen Gebirge.

## Anhang: Tillodontia.

Im Untereocän Nordamerikas gibt es eine Gruppe mittelgroßer Säuger mit vollständigem Gebiß, in welchem die Schneidezähne ähnlich wie bei den Nagern meißelförmig, verlängert, gekrümmt und wurzellos sind. Die Schmelzbedeckung der Zähne ist z. T. unvollkommen und erinnert an das Verhalten der *Edentaten*. Das Hirn ist klein, die Gliedmaßen tragen Krallen.

Mit am vollständigsten bekannt sind:

**Tillotherium** Marsh (762). In beiden Kiefern ein Paar starker, wie bei den Nagern nur vorn mit Schmelz bedeckter Schneidezähne ($i_2$), Eckzähne ($c$) klein. Ob. Molaren trigonodont, unten lophodont, alle schmelzbedeckt. Von der Größe eines Schafes. M. Eocän. N. Amerika.

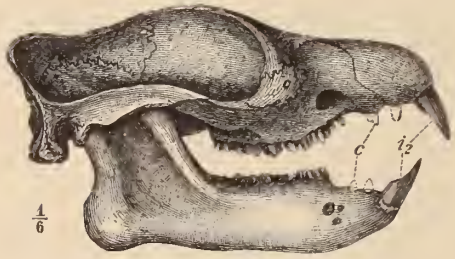



Fig. 762. *Tillotherium fodiens* Marsh. Bridger-Eocän. Wyoming, N. Amerika. Schädel.

Fig. 763. *Calamodon simplex* Cope. Unt. Eocän. (Wasatch) Wyoming, N. Amerika. Rechter Unterkiefer von außen.

$c$ Eckzahn; $i_2$ 2. Schneidezahn.

**Calamodon** Cpe. (= *Stylinodon* Mrsh.) (763). Der allein bekannte Unterkiefer ist auffallend hoch; in der geschlossenen Zahnreihe sind 3 Schneidezähne vorhanden, von denen der 1. klein, der 2. ($i_2$) groß, wurzellos, nur vorn mit Schmelz, wie bei Nagern, der 3. kleiner und mit geschlossener Wurzel. Der Eckzahn mahlzahnartig wie die 5 Backzähne, aber wurzellos. Die Backzähne gerundet — säulenförmig, mit ungeteilter Wurzel, unvollständiger Schmelz- und reichlicher Zementbedeckung und einfacher, abgenutzter Kaufläche, ähnlich wie bei *Edentaten*. Reste dieses tapirgroßen Tieres sind nicht selten im Eocän von N. Amerika, vereinzelt auch in den Bohnerzen des schweizer Jura angetroffen.

## 7. Ordnung: Ungulata. Huftiere.

Als Huftiere faßt man alle die verschiedenartigen, meist ansehnlichen, z. T. sehr großen Landsäugetiere zusammen, deren Gliedmaßen ausschließlich der Bewegung auf dem Erdboden dienen, deren letzte Zehenglieder daher stumpf, breit und behuft sind. Die Veränderungen, welche an ihnen im Laufe der Tertiärzeit vor sich gegangen sind, bestehen

a) wie bei andern Säugergruppen in der Zunahme der Größe und Komplikation des Gehirns, in der fortschreitenden Differenzierung des Gebisses unter teilweiser Ausmerzung oder Reduktion der Zahnarten;

b) in der für diese Gruppe ± bezeichnenden Umwandlung des plantigraden Fußes in einen digitigraden unter teilweise sehr starker Reduktion der Zehenzahl (auf 2 oder 1) und unter Verlängerung der Mittelfußknochen (Metapodien), ferner in einer seitlichen Verschiebung der ursprünglich in

parallele Reihen (serial) geordneten Fußwurzelknochen und ihrer teilweisen Verschmelzung. Sodann verlängern sich die ursprünglich bewurzelten Zähne und werden wurzellos (hypselodont), für die Aufnahme von Pflanzenkost speziell geeignet, wie es in ähnlicher Weise bei Nagern und *Edentaten* geschieht. Für gewisse Gruppen können ferner als bezeichnend die Ausbildung ± weiter, mit Luft gefüllter Stirnhöhlen und von Geweihen und Stirnzapfen gelten.

Die weite Verbreitung, Häufigkeit und ansehnliche Größe, die den fossilen wie den lebenden Huftieren zukommen, verleihen ihnen eine besonders große Bedeutung. Wir gruppieren die wichtigsten Ordnungen wie folgt:

A. Altweltliche Landtiere:

I. **Amblypoda**
II. **Proboscidea** } 5 zehig.
III. **Condylarthra**

IV. **Perissodactyla**; 4-, 3-, 1 zehig (Unpaarhufer).
V. **Artiodactyla**; 4-, 2 zehig (Paarhufer).

B. Südamerikanische Landtiere:

VI. **Toxodontia** usw. 5-, 3-, 1 zehig.

C. Meerestiere:

VII. **Sirenia** (Seekühe).

## I. Amblypoda.

Große, plumpe Tiere des Eocäns mit 5 fast plantigraden Zehen, sehr kleinem Hirn. Handwurzelknochen alternierend.

Auf die ältesten, noch kleinen Formen des Unt. Eocäns folgte im Mittl. Eocän

**Coryphodon** Ow. (764). Tiere bis zur Größe eines Rindes mit vollständigem Gebiß, kräftigen Eckzähnen und lophodonten Backzähnen. In N. Amerika häufig, in Europa selten. Riesenhafte Vertreter erscheinen im jüngsten Eocän N. Amerikas in reichlicher Menge, die *Dinoceratidae*, in

Fig. 764. *Coryphodon elephantopus* Cope. Wasatch-Eocän. Neu-Mexico. Schädel von unten (1/10). *H* Gehirn.

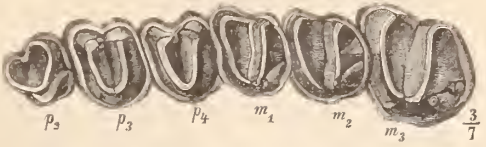



Fig. 765. *Loxolophodon (Dinoceras) mirabilis* Marsh. Bridger-Eocän. Wyoming. Ob. Backzähne.

**Tinoceras** Marsh. [= *Loxolophodon*] (765, 766) fast die Elefanten an Größe erreichend. Auf den Nasenbeinen, Oberkiefer und Scheitelbein je ein Paar zapfenartiger Knochenvorsprünge, die vielleicht Hörner trugen.

Die oberen Eckzähne sind zu mächtigen Hauern ausgewachsen, die oberen Schneidezähne fehlen.

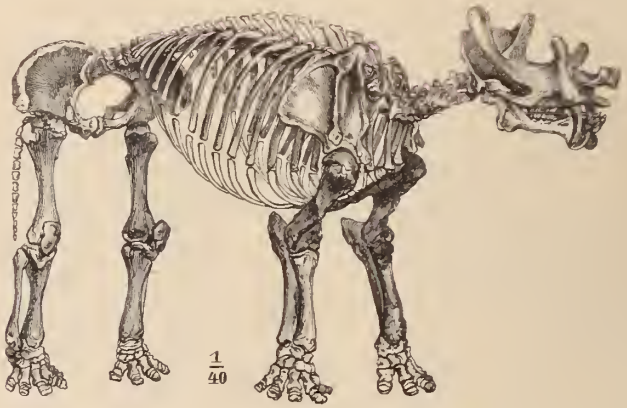



Fig. 766. *Loxolophodon ingens* Marsh. Washakie-Gruppe des Bridger-Eocäns. Wyoming. Skelett.

## II. Proboscidea. Rüsseltiere.

Die Rüsseltiere, jetzt noch durch den Elefanten vertreten, sind riesige, 5zehige Huftiere, deren Gebiß sich im Laufe der Zeit extrem entwickelt hat, indem Eckzähne fehlen, die Schneidezähne zu gewaltigen Stoßzähnen auswachsen, während die Backzähne an Zahl zurückgehen, aber an Größe zunehmen und nur noch nacheinander in Gebrauch kommen.

Die ältesten sicher bekannten Vertreter kommen im (?) älteren Tertiär Patagoniens (*Pyrotherium* Am. und Verw.), und Ägyptens (*Palaeomastodon* Andws.) vor. Die Stoßzähne sind hier noch klein und gerade und auf den Unterkiefer beschränkt, die Eckzähne fehlen, die vorderen Backzähne sind schon verschwunden, 2 Präm. und 3 Mol. vorhanden. Mit diesen Merkmalen erscheinen sie im jüngeren Miocän Europas in 2 verschiedenen Reihen:

### a) Stoßzähne nur im Unterkiefer. *Dinotheriidae.*

**Dinotherium** Kp. (767, 768). Tiere von über Elefantengröße, mit mäßig hoch ansteigendem Schädel (767). Im Unterkiefer 2 große, nach unten gekrümmte Stoßzähne. 5 niedrige Backzähne gleichzeitig im Gebrauch; diese sind lophodont, mit 2—3 Querjochen (768). Findet sich im Obermiocän und Unterpliocän von M. und S. Europa sowie in Indien (*Dinotherien*-Sand SW. Deutschlands). Jünger nicht bekannt.

### b) Stoßzähne im Oberkiefer, zuweilen auch im Unterkiefer. *Elephantidae.*

**Mastodon** Cuv. (769—771) erscheint im Obermiocän in Europa. Anfänglich sind Stoßzähne in beiden Kiefern (769), später verschwinden die

unteren, indem die oberen an Größe zunehmen und der Schädel höher wird. Abweichend von *Dinotherium* stehen nur noch 3 niedrige, bewurzelte Backzähne im Kiefer und diese besitzen 3 oder 4, entweder

Fig. 767. *Dinotherium giganteum* Kaup. U. Pliocän. Eppelsheim. Schädel.

Fig. 768. *Dinotherium giganteum* Kaup. Ob. Backzähne von der Kaufläche. Ob. Miocän. Samaran (Gers).

Fig. 769. *Mastodon angustidens* Cuv. Miocän. Simorre. Schädel.

a) $\doteq$ gerade, mit reihenförmigen Höckern besetzte Querleisten — tapiroider Typus (770) oder

b) unvollkommen zu Querreihen angeordnete, größere und kleinere Höcker — mastoider Typus (771).

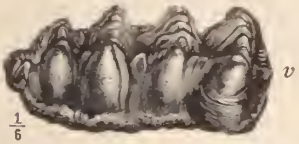



Fig. 770. *Mastodon turicensis* Schinz. Miocän. Simorre. Letzter unt. Backzahn von der Seite. *v* Vorderrand.

Fig. 771. *Mastodon angustidens* Cuv. Letzter oberer Backzahn. *v* Vorderrand.

Mit diesen Merkmalen ist die Gattung besonders im Pliocän Eurasiens und N. Amerikas häufig und verbreitet. Im Pleistocän fehlt sie in der alten Welt, findet sich aber noch in dessen jüngerer Abteilung sowohl in N. als in S. Amerika. Aus den tapiroiden *Mastodonten* geht in S. und SO. Asien während der Pliocänzeit

**Stegodon** Falc. (772) hervor. Die Unterschiede gegenüber *Mastodon* sind hauptsächlich in den etwas höheren Zähnen und in der größeren Zahl der Querleisten (5—8) gegeben, in deren Tälern sich Zement abzulagern beginnt. Die unteren Stoßzähne fehlen, die oberen sind stärker; der Schädel wird daher höher. Im Pliocän (? Pleistocän) von Indien, China und Japan verbreitet. Hier entsteht aus ihm

**Elephas** L. (773—778), indem die Zahl der Querleisten zunimmt [bis 27] (776), die Zähne höher und länger werden (778) und nur noch

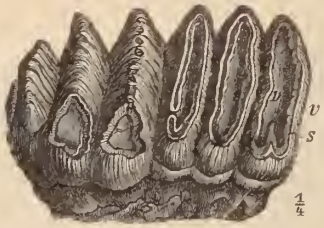



Fig. 772. *Stegodon Clifti* Falc. & Cautl. Irawadi. Oberer Backzahn. *D* Dentin; *S* Schmelz; *v* Vorderrand.

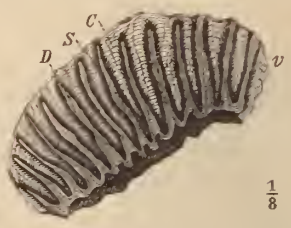



Fig. 773. Längsschnitt durch die Krone des Backzahns von *Elephas meridionalis* Nesti. *D* Dentin; *S* Schmelz; *C* Zement; *v* Vorderrand.

2 oder gar 1 gleichzeitig in Gebrauch treten. Die immer mehr sich vertiefenden Täler zwischen den Leisten füllen sich ganz mit Zement (773 *C*), so daß auf der ebenen Kaufläche die von Schmelzrändern umzogenen Dentinflächen durch ± breite Zementstreifen getrennt werden (775). Der in Gebrauch stehende Zahn wird von vorn nach hinten abgekaut (776) und vom nächstfolgenden allmählich aus dem Kiefer herausgeschoben. Die Elefanten treten zuerst im Pliocän in Indien auf, breiten sich dann am Ende des Pliocän in Europa, Asien und N. Amerika aus, erreichen aber S. Amerika nicht.

Fig. 774. *Elephas meridionalis* Nesti. Norfolk-Küste. Letzter ob. Backzahn von der Kaufläche. *v* Vorderrand.

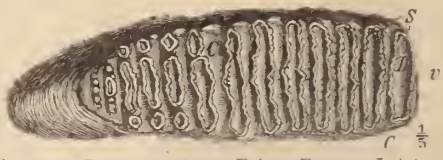



Fig. 775. *Elephas antiquus* Falc. Essex. Letzter ob. Backzahn von der Kaufläche. *C* Zement; *D* Dentin; *S* Schmelz; *v* Vorderrand.

In Europa findet sich *E. meridionalis* Nesti (774) mit wenigen, mehr rautenförmigen Querleisten im Ob. Pliocän, bes. S. Europas. Sein Verwandter ist *E. africanus* Blb., der afrikanische Elefant. Im älteren Pleistocän ist *E. antiquus* Falc. (775) weit verbreitet, die größte Art. Seine Zähne haben weniger zahlreiche und weiter entfernt stehende Querleisten und sind niedriger, als beim Mammut, *E. primigenius* Blb. (776—778). Dieses war eins der häufigsten und verbreitetsten Diluvialtiere, dem paläolithischen Menschen in auch noch zur Zeit des jüngeren Löß mit Eurasien und N. Amerika. Die ungeheuren,

Fig. 776. *Elephas primigenius* Blum. Leicestershire Letzter ob. Backzahn von der Kaufläche. *v* Vorderrand; *h* hint., noch in der Alveole steckender, unausgebildeter Teil.

auswärts gebogenen Stoßzähne der sibirischen Mammuts haben beträchtliche Mengen von Elfenbein geliefert. Ganze Leichen mit langem, rotem Haar bekleidet sind dort eingefroren gefunden. Wohl nur eine Abart ist der indische Elefant, *E. indicus* L.

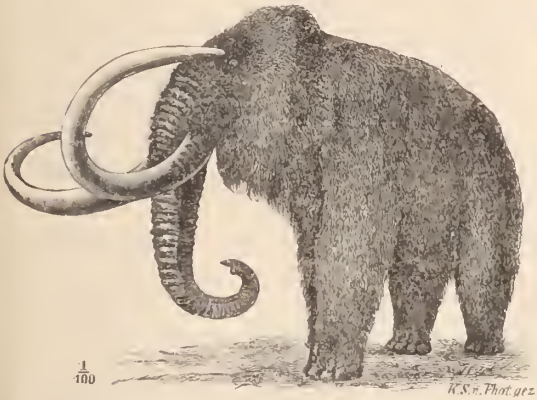



Fig. 777. *Elephas primigenius* Blum. Pleistocän. (Rekonstruiert.)

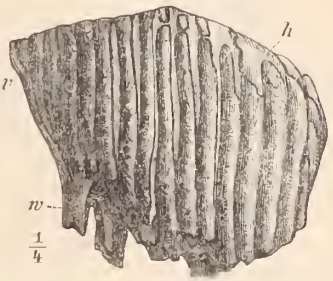



Fig. 778. *Elephas primigenius* Blum. Vorletzter ob. Backzahn von der Seite. *v* Vorderrand; *h* hint., unausgebildeter, noch in der Alveole steckender Teil; *w* ausgebildete Wurzel im vorderen Teil des Zahnes.

Die primitivsten, auf das Eocän beschränkten Vertreter der Huftiere sind die

## III. Condylarthra.

Sie besitzen 5plantigrade oder schwach digitigrade Zehen (*I* u. *V* verkürzt — 780), serial angeordnete Fußwurzelknochen, ein vollständiges, bunodontes Gebiß und einen langen, kräftigen Schwanz. Ihre

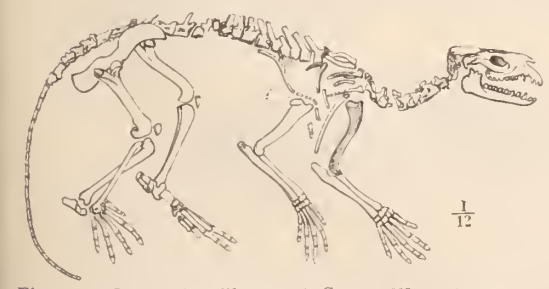



Fig. 779. *Phenacodus Wortmanni* Cope. Wasatch-Eocän. Big Horn Basin, Wyoming.

Fig. 780. Linker Vorderfuß von *Phenacodus primaevus* Cope. Wasatch-Eocän. Wyoming. *s* Scaphoid; *l* Lunare; *p* Pyramidale; *tz* Trapez; *t* Trapezoid; *m* Magnum; *u* Unciforme; *mc* Metacarpus des 3. Fingers.

Größe schwankt zwischen der des Marders und des Bären, und sie sind wohl omnivor gewesen. Von ihnen leiten sich wohl die *Perissodactyla* und vielleicht auch *Artiodactyla* ab.

**Phenacodus** Cope (779, 780), der bestgekannte Vertreter dieser Gruppe, kommt im Unt. Eocän N. Amerikas (? Europa) vor und gilt als Vorläufer der Pferde.

## IV. Perissodactyla. Unpaarhufer.

Heute nur noch durch Tapir, Pferd und Nashorn vertreten. Das Körpergewicht liegt auf den 3 mittleren oder nur auf der Mittelzehe. Daher verkümmert zuerst die *I.*, dann die *V.*, und schließlich auch die *II.* und *IV.* Zehe. Die Hand- und Fußwurzelknochen stehen abwechselnd, und die Mittelfuß- und Mittelhandknochen liegen dicht aneinander.

Sie zerfallen in die Familien der *Tapiridae*, *Rhinocerotidae*, *Titanotheriidae* und *Equidae*.

**1. Fam. Tapiridae.** Das Gebiß ist vollständig. Die Zähne bleiben kurz; die Molaren sind an den einfachen Querjochen kenntlich, welche die inneren und äußeren Höcker der Backzähne verbinden. $^4/_3$ Zehen.

Sie beginnen im U. Eocän in Europa und N. Amerika; in Europa ist bes.

**Lophiodon** Cuv. (781), von Fuchs- bis Nashorngröße, verbreitet und für das Unt. und Mittl. Eocän bezeichnend. Die Reihe des Tapirs selbst beginnt ebenfalls schon im Eocän der Nordhalbkugel, und

**Tapirus** L. ist im Miocän und Pliocän weit verbreitet. Lebend findet er sich nur noch in S. und M. Amerika und in Indien.

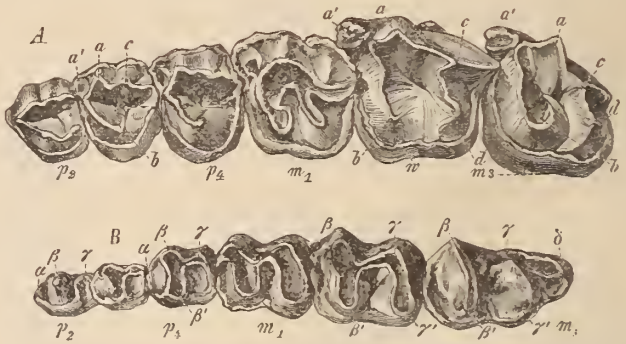



Fig. 781. *Lophiodon isselensis* Cuv. Eocän von Issel, Aude. *A* Obere, *B* untere Backzahnreihe. (1/2.)

**2. Fam. Rhinocerotidae.** Diese plumpen, kurzbeinigen, hinten 3-, vorn 4- oder 3zehigen Tiere leben jetzt noch in Indien und Afrika, waren aber zur Tertiärzeit über die ganze Nordhalbkugel verbreitet. Nur die ältesten Vertreter besaßen ein vollständiges Gebiß, bei den jüngeren fehlen die Eck- und Schneidezähne zumeist ganz, und die Prämolaren werden fast alle den Molaren ähnlich. Die oberen Molaren sind durch einen vorderen vorspringenden Höcker der Außenwand (782 *A a'*) gekennzeichnet. Die ältesten eocänen, den *Tapiriden* nahestehenden Vertreter besaßen noch keine Hörner.

Später geht Hand in Hand mit der Ausbildung unpaarer oder paariger Hörner eine Verdickung der Nasenbeine und die Verknöcherung der Nasenscheidewand. Während die im Oligocän und Mioeän Europas häufige, auch im Miocän N. Amerikas und im Neogen Ostindiens verbreitete Gruppe

**Aceratherium** Kp. (782, 783) ein noch frei über die Nasenöffnung hervorragendes Nasenbein und zugleich auch kleine Schneidezähne (*i*) und große untere Eckzähne (*c*) besitzt, tragen die jüngeren, seit dem Mioeän in Eurasien überall häufigen Vertreter der Gattung

**Rhinoceros** L. (784) 1 oder 2 unpaare Hörner; ihre Nasenscheidewand ist oft verknöchert (*n*), und die Schneide- und Eckzähne werden rudimentär. Zur Diluvialzeit gehörte *Rh. antiquitatis* Blumb. (= *tichorhinus* Fisch. — 784), das wollhaarige *Rh.*, zu den häufigsten Tieren in M. u. N. Europa und Sibirien; hier hat man auch noch ganze Leichen im Eise eingefroren gefunden.

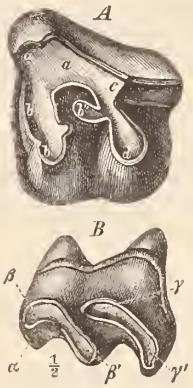



Fig. 782. *A Aceratherium incisivum* Kaup. Miocän. Winterthur. Ob. Molar. *B Aceratherium lemanense.* U. Miocän. Auvergne. Unterer Molar.

Ein gewaltiges Tier war *Elasmotherium* mit einem ungeheuren Horne auf der Stirn (Diluvium. Rußland).

Fig. 783. *Aceratherium incisivum* Kaup. Pliocän. Eppelsheim, Hessen. Schädel. *i* Schneide- *c* Eckzahn.

Fig. 784. *Rhinoceros antiquitatis* Blum. Diluvium. Schädel. *n* verknöcherte Nasenscheidewand.

**3. Fam. Titanotheriidae.** Sie stellen eine Parallelgruppe der Nashörner dar, die bes. im Eocän — Miocän von N. Amerika auftritt. Sie ähneln an Gestalt den Tapiren und Nashörnern, erreichen aber fast Elefantengröße. Bezeichnend sind die niederen Kronen der Backzähne sowie die Außenhöcker der oberen Molaren, die V-förmig gestaltet, sich zu einer W-förmigen Außenwand zusammenfügen (785 *A ac*). Wie bei den Nashörnern gehen die Schneidezähne mit der Zeit verloren, die Prämolaren werden den Molaren ähnlich; auf den Nasenbeinen bilden sich Knochenzapfen. Vorn 4, hinten 3 Zehen.

**Palaeosyops** Leid. (785), tapirähnlich, aus dem Eocän, vertritt durch den Besitz von Schneidezähnen die ältere Entwicklungsstufe,

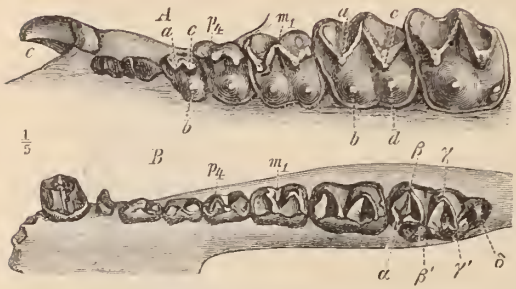


Fig. 785. *A Palaeosyops laevidens* Cope. Oberkiefer. *B Palaeosyops major* Leidy. Unterkiefer. Bridger-Eocän. Wyoming. *c* Eckzähne; *p* Prämolaren; *m* Molaren.

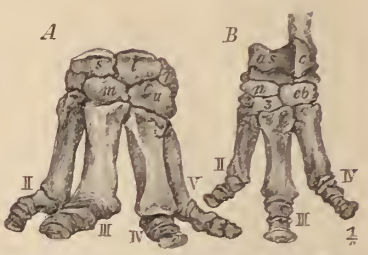


Fig. 786. *Titanotherium ingens* Marsh. White River-Oligocän. Nebraska. *A* Linker Vorderfuß. *l* Lunare; *m* Magnum; *p* Pyramidale; *s* Scaphoid; *t* Trapezoid; *u* Unciforme. *B* linker Hinterfuß. *as* Astragalus; *c* Calcaneus; *cb* Cuboid; *n* Naviculare; *2, 3* 2. u. 3. Cuneiforme.

**Titanotherium** Leid. [= *Menodus*, = *Brontotherium*] (786—788) die jüngere. Die Schneidezähne verkümmert, Eckzähne vorhanden, Prämolaren

Fig. 787. *Titanotherium dispar* Marsh. White River-Oligocän. Dakota. Schädel.

Fig. 788. *Titanotherium tichoceras* Osborn Oligocän. Dakota. Schädel von vorn. *H* Hornzapfen; *J* Jochbogen; *N* Nasenhöhle.

groß. 2 Knochenzapfen hinten auf den Nasenbeinen. Häufig im Oligocän — Miocän des amerikanischen Westens. Verwandte Formen vereinzelt im Ob. Miocän SO. Europas.

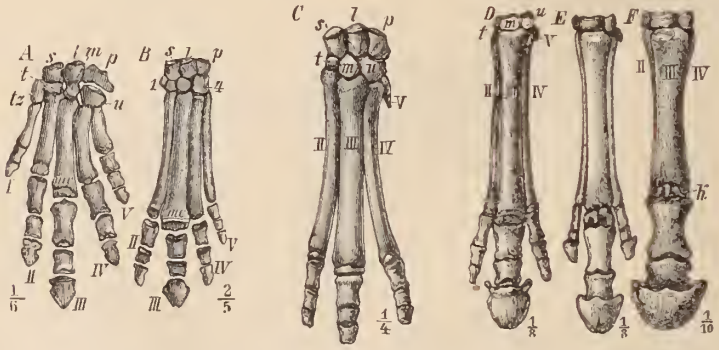


Fig. 789. Linker Vorderfuß von *A Phenacodus primaevus* Cpe. Eocän; *B Hyracotherium venticolum* Cope ibid.; *C Palaeotherium medium* Cuv. Oligocän; *D Anchitherium aurelianense* Blainv. Miocän; *E Hipparion gracile* Kaup. Pliocän; *F Equus caballus* L. Recent. *k* Kiel am Metapodialgelenk; *l* Lunare; *m* Magnum; *p* Pyramidale; *s* Scaphoid; *t* Trapezoid; *tz* (= 1) Trapez; *u* (= 4) Unciforme; *I—V* 1. bis 5. Finger oder Metacarpale (*mc*).

**4. Fam. Equidae.** Die einzelnen Stadien, welche der Pferdestamm vom Eocän an bis zur Gegenwart durchläuft, sind sehr vollständig bekannt. Die Veränderungen bestehen i. w. in der Zunahme der Größe, in der Reduktion der Zehenzahl bis auf 1 im äußersten Falle (789), sowie in einer Umwandlung der ursprünglich niedrigen, bunodonten Höckerzähne in hohe, säulenförmige mit verwickelten Schmelzfalten und reichlicher Zementbedeckung. Die ältesten Vertreter, aus dem älteren Eocän (Europa, N. Amerika), wie

**Hyracotherium** Ow. (789 *B*, 790, 791), schließen sich noch enge an die *Condylarthra* (S. 433) an; ihre Zähne (791) sind noch niedrig, bunodont, oder die Höcker, wie die kegelförmigen Außenhöcker der oberen Molaren (*Aa*, *c*), durch niedrige Leisten verbunden. Die oberen Prämol. ($A\ p_4$) noch einfacher gebaut (3 höckrig) als die Mol. ($m_1$, $m_2$). Aber vorn sind 4, hinten 3 Zehen vorhanden (789 *B*). Bei

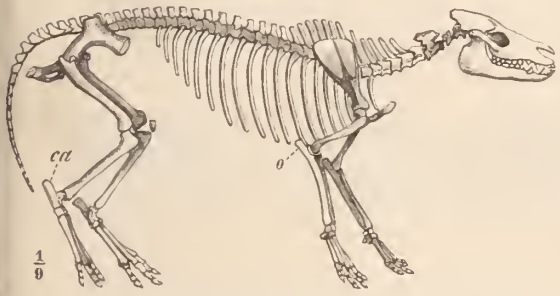



Fig. 790. *Hyracotherium venticolum* Cope. Eocän. Wyoming. Skelett. *ca* Fortsatz des Calcaneus; *o* Olecranon.

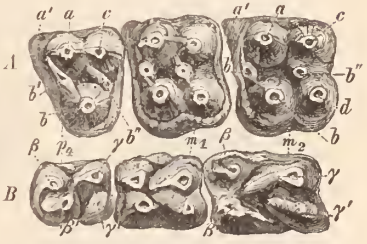



Fig. 791. *Hyracotherium leporinum* Ow. Eocän (Londonton). Harwich. *A* obere, *B* untere Backzähne.

**Pachynolophus** Pom. (792), im Obereocän Europas verbreitet, sind die Leisten zwischen den Höckern deutlicher entwickelt, zwischen den beiden Außenhöckern (*a*, *c*) bildet sich eine Falte der Außenwand und die Mittelhöcker (*b'*, *b''*) sind stärker geworden. Für das Unt. Oligocän Westeuropas kann

**Palaeotherium** Cuv. (789 *C*, 793, 794, 796) als bezeichnend gelten. Der Vorderfuß hat nur noch 3 Zehen, aber die Seitenzehen berühren noch

Fig. 792. *Pachynolophus siderolithicus* Pict. Eocäne Phosphorite von Quercy. Oberer Molar. 2/1.

Fig. 793. *Palaeotherium crassum* Cuv. Oligocäner Gyps von Paris. Schädel. (1/8.)

Fig. 794. *Palaeotherium crassum* Cuv. Eocän (Bohnerz). Frohnstetten. Oberer Molar. (1/1.)

den Boden (789 *C*). Die Prämol. sind zumeist den Mol. ähnlich geworden, diese zeigen eine W förmig geknickte Außenwand, ihre Innen- und

Mittelhöcker sind durch schräge Leisten verbunden (794). Die nächstjüngeren Formen finden sich hauptsächlich im Miocän N. Amerikas, selten in Europa.

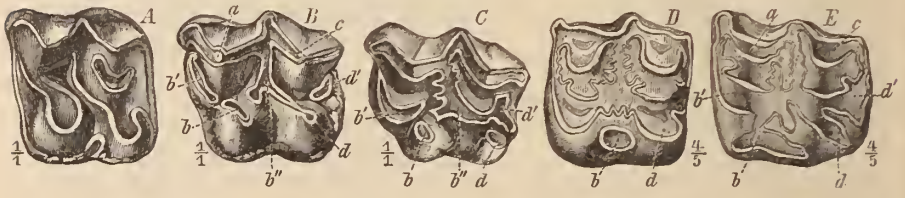



Fig. 795. Obere Molaren von *A Anchitherium aurelianense* Cuv., stark abgekaut; *B Anch. aurelianense* Cuv., Milchmolar; *C Merychippus mirabilis* Leidy, Milchmolar; *D Hipparion gracile* Kaup; *E Equus caballus* L.

**Anchitherium** v. Mey. (789 *D*, 795 *AB*, 797 *A*, 798 *A*). Die Backzähne sind fast alle gleich, aber noch kurz (798 *A*). Unt. Mol. bestehen noch aus 2 getrennten Halbmonden (797 *A*). Die Seitenzehen kürzer als die mittlere, erreichen noch eben den Boden (789 *D*).

Fig. 796. Unterer Molar von *Palaeotherium crassum* Cuv. (1/1.)

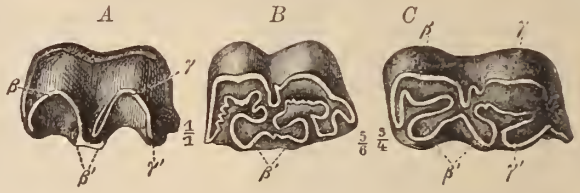



Fig. 797. Unterer Molar von *A Anchitheriam aurelianense* Cuv.; *B Hipparion gracile* Kaup; *C Equus caballus* L.

**Hipparion** Chrst. (789 *E*, 795 *D*, 797 *B*, 798 *B*) ist eine im älteren Pliocän S. Indiens, Europas, N. Amerikas verbreitete Form von zierlichem Bau und der Größe eines Zebras. Die Backzähne sind beträchtlich verlängert (798 *B*), aber nur halb so lang wie beim Pferd (*C*). Die abgekauten Halbmonde der unteren Mol. vereinigen sich innen zu einer Doppelsehlinge (797 *Bβ'*). Zement füllt die Täler der Backzähne und ebnet ihre Kaufläche. Die Seitenzehen berühren den Boden nicht mehr, und die seitlichen Metapodien werden dünn (789 *E*). Während sich nun im Pliocän N. Amerikas die Übergangsformen zum pleistocänen Pferd in den Gattungen *Protohippus* Leid. und *Pliohippus* Mrsh. (mit verkümmerten Seitenzehen) finden, erscheinen in der alten Welt die ersten Vertreter von

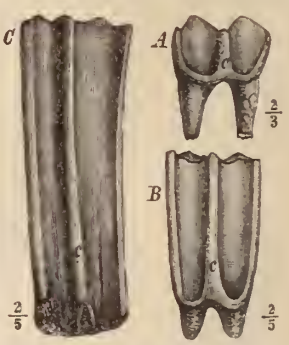



Fig. 798. *A* Brachyodonter Zahn von *Anchitherium*. *B* Mäßig hypselodonter Zahn von *Hipparion*. *C* Stark hypselodonter Zahn von *Equus*. *c* Kante auf der Außenwand des Zahnes.

**Equus** L. (789 *F*, 795 *C*, 797 *C*, 798 *C*) im älteren Pliocän Indiens und gelangen gegen Ende des Pliocäns nach Europa (*E. Stenonis* Coc.).

Die Backzähne sind jetzt hoch säulenförmig, ihr Schmelz weniger stark gefältelt als bei *Hipparion* (797 *B*). Von den Seitenzehen nur die dünnen Metapodien geblieben (789). *E. caballus* L., die Stammform des Hauspferdes, war zur Diluvialzeit in Eurasien ungemein häufig und bildete noch die Hauptnahrung des paläolithischen Menschen. Auch in N. und S. Amerika lebten Pferdearten (i. S. Amerika auch das verwandte *Hippidium* Ow.), aber es scheint, als ob sie hier nicht wie in der alten Welt gezähmt, sondern nur gejagt und ausgerottet worden seien. Wilde Arten der Gattung noch in Asien und Afrika.

## V. Artiodactyla. Paarzeher.

Zu den Paarhufern gehören in der heutigen Schöpfung nicht wiederkauende Tiere, wie die Schweine und Flußpferde, und die Wiederkäuer, die bes. in der alten Welt sehr verbreitet und häufig, in Kamele, Zwerghirsche, Geweihträger (Hirsche, Giraffen) und Hohlhörner (Antilopen, Rinder usw.) zerfallen.

Sie sind durch eine Reduktion der ursprünglich 5zehigen Gliedmaßen zu paarigen (4- oder 2zehigen) unter gleichzeitiger teilweiser Reduktion des Gebisses ausgezeichnet. Die Veränderungen, welche sich im Laufe der Tertiärzeit an den

**Gliedmaßen** vollzogen haben, bestehen einmal wie bei den *Perissodactylen* im Ersatze der ursprünglich serial geordneten Fuß- (u. Hand-) knochen durch abwechselnd gestellte. Sodann in einem frühen Schwunde der 1. Zehe. Von den 4 übrigen werden die beiden mittleren (3 u. 4) auf Kosten der beiden äußeren (2 u. 5) immer länger und stärker, und die äußeren bleiben nur noch als Rudimente an der Fußwurzel erhalten (inadaptive Reduktion); oder die äußeren werden von ihren Ansatzstellen ganz abgedrängt, und die mittleren gelenken an der ganzen Breite der Fußwurzel, womit auch eine teilweise Verschmelzung der Fußwurzelknochen Hand in Hand ging (adaptive Reduktion). Schließlich sind die beiden inneren Mittelfußknochen (Metapodien) zu dem langen, für die Wiederkäuer bezeichnenden *Canon* verschmolzen. Im

**Gebiß** verschwinden der 1. Prämolar und bei den Wiederkäuern die oberen Schneide- und meist auch Eckzähne. Die Prämolaren und Molaren sind fast immer ungleich, letztere meist 4höckrig; ihre Höcker werden bei den Wiederkäuern ± halbmondförmig, wobei die offene Seite nach innen oder außen gerichtet ist.

Bei vielen Formen entwickeln sich im Laufe der Zeit paarige Hörner auf den Stirnbeinen, die beim männlichen Geschlecht allein, oder doch hier stärker auftreten als beim weiblichen.

Nach der Zahnbildung lassen sich schon vom Alttertiär an die beiden Hauptgruppen der *Bunodontia* mit bunodonten (oder bunolophodonten) Backzähnen und stark entwickelten Eck- und Schneidezähnen und der *Selenodontia* mit selenodonten Backzähnen und ± verkümmerten Eck- und oberen Schneidezähnen verfolgen.

**A. Bunodontia.** Im Oligocän (seltener auch Miocän) der alten Welt, vereinzelt auch N. Amerikas, finden sich häufig die Reste von Paarhufern

mit 4 gleichen oder nur wenig differenzierten Zehen und *inadaptiver Zehenstellung*. Besonders wichtig unter diesen ist

**Anthracotherium** Cuv. (799), das Kohlentier, dessen häufiges Vorkommen in kohleführenden Schichten auf seinen Aufenthalt in Sümpfen deutet. Das Gebiß ist vollständig und fast lückenlos. Die Eck- und Schneidezähne sind stark, oft nach außen gebogen. An den oberen Backzähnen nehmen die Höcker eine etwas selenodonte Gestalt an. Die Größe schwankt zwischen der des Schweins und des Nilpferdes. Eine andre, ebenfalls oligocäne Gattung,

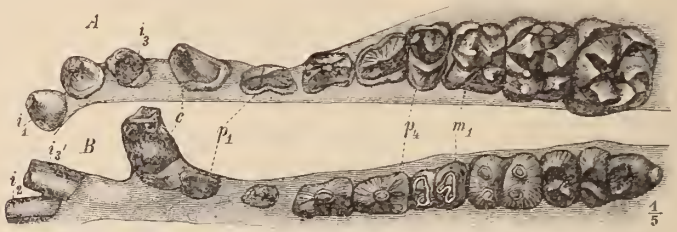



Fig. 799. *Anthracotherium alsaticum* Cuv. Oligocän. *A* Oberkiefergebiß. Phosphorit. Quercy. *B* Unterkiefergebiß. Lignit. Rott.

**Hyopotamus** Ow. (800), die hier angereiht wird, neigt durch das lückige Gebiß, die verlängerten Kiefer, die schwach entwickelten Eckzähne, die typisch selenodonten oberen Backzähne und die stärker reduzierten Außenzehen (800) mehr zu den *Selenodontia*.

Fig. 800. *Hyopotamus* Cuv. Oligocän. Linker Vorderfuß. *l* Lunare; *m* Magnum; *p* Pyramidale *s* Scaphoid; *t* Trapezoid; *tz* Trapez; *u* Unciforme; *II—V* 2. bis 5. Metacarpale.

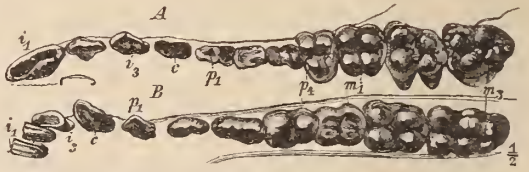



Fig. 801. *Hyotherium Waterhousei* Pom. Miocän. Allier. *A* Gebiß des Ober-, *B* des Unterkiefers.

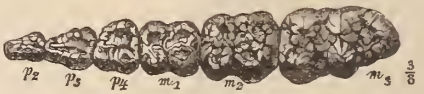



Fig. 802. *Sus erymanthius* Roth u. Wagn. Pliocän. Pikermi. Obere Backzähne.

Aus den **Anthracotherien** u. Verw. dürften einerseits das Nilpferd (*Hippopotamus*) hervorgegangen sein, dessen vom heutigen wenig verschiedene Vorläufer seit dem Pliocän in der alten Welt leben und zur Diluvialzeit noch in Europa weit verbreitet waren. Andrerseits leiten sich von ihnen die Schweine ab. Diese haben den bunodonten Charakter der Zähne am meisten bewahrt, und die Zahl der Höcker ist noch vermehrt. Das tritt schon beim ältesten typischen Vertreter (Oligocän — Miocän)

**Hyotherium** v. M. (801) zu Tage, dessen letzte Backzähne manchmal Nebenhöcker erhalten und sich dabei etwas vergrößern, während bei der lebenden Gattung

**Sus** L. (802), die seit dem Pliocän in der alten Welt häufig wird, diese Merkmale noch beträchtlich gesteigert erscheinen.

**B. Selenodontia. Wiederkäuer.** Als die ältesten, noch nicht typischen Vorläufer dieser heute so formenreich entwickelten Gruppe können die *Anoplotheriiden* u. Verw. angesehen werden. Ihr Gebiß ist noch vollständig und meist lückenlos, die Backzähne sind erst etwa halb selenodont (805), der Fuß inadaptiv reduziert. Hörner fehlen durchgängig. Solche Tiere sind teils in kleinen, zierlichen Gestalten wie *Dichobune* Cuv. (den Zwergmoschustieren ähnlich) und *Xiphodon* Cuv. (von hirschartigem Baue), teils in kurzbeinigen, gedrungenen, tapirähnlichen Gestalten wie

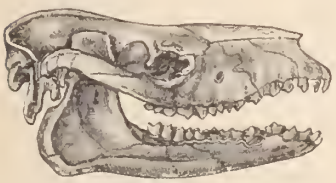


Fig. 803. *Anoplotherium commune* Cuv. Oligocäner Gyps. Paris. Schädel.

Fig. 804. *Anoplotherium latipes* Gerv. Oligocän. Lignite der Débruge. L. Hinterfuß. *a* Astragalus; *c* Cuboid; *ca* Calcaneus; *n* Naviculare; *1, 2, 3* Cuneiforme; *II—IV* 2. bis 4. Metacarpale.

Fig. 805. *Diplobune (Anoplotherium) secundaria* Cuv. Oligocäne Phosphorite von Quercy. Ob. Molar. (3/1.)

**Anoplotherium** Cuv. (803, 804) fast ausschließlich im Oligocän Europas vertreten. *Anopl.* besaß einen langen Schwanz und an beiden Füßen noch eine verkürzte 2. Zehe (804 II) und Daumenrudiment. Wahrscheinlich waren es Sumpftiere, deren 2. Zehe mit dem Fuße durch Schwimmhaut verbunden war. *Diplobune* (805) war eine kleinere und etwas zierlichere Form. Als

**Wiederkäuer** im eigentlichen Sinne bezeichnet man die Formen, deren Backzähne oben und unten mit 4 Halbmonden versehen sind. Bei einem Teile derselben sind aber die oberen Schneidezähne noch ± gut erhalten und der Schädel ist stets hornlos.

Unter diesen ist eine ausschließlich nordamerikanische Gruppe zu erwähnen, die dort vom Oligocän bis ins Pliocän in zahlreichen Formen verbreitet war. Ihr wichtigster Vertreter

**Oreodon** Leid. (806) aus dem Oligocän besitzt ein vollständiges, geschlossenes Gebiß, einen eckzahnartigen 1. Prämolar und vorn 3, hinten 4 Zehen, während bei den jüngeren Formen 4 Zehen vorhanden waren und das Gebiß ± lückenhaft wurde.

Ebenfalls hornlos, aber durch frühzeitige Reduktion der äußeren Zehen und Verschmelzung der Metapodien ausgezeichnet, sind die

**Camelidae**, die sich aus 4zehigen Formen im Alttertiär in Nordamerika entwickelt, dort ausschließlich bis zur Pliocänzeit gelebt, aber

dann sich einerseits nach Indien und SO. Europa und im Pleistocän auch nach Sibirien (*Camelus* L.), andrerseits nach S. Amerika ausgedehnt haben, wo *Auchenia* Ill. und Verwandte (Lama usw.) seit dem Pleistocän existieren.

Fig. 806. *Oreodon Culbertsoni* Leidy. White River-Oligocän. Nebraska. Schädel von der Seite. *ang* Unterkieferwinkel; *co* Condyli occipitales; *f* Frontale; *im* Intermaxillare; *j* Jugale; *l* Lacrymale (mit Tränengrube); *mx* Maxillare; *n* Nasale; *o* Ohröffnung; *o.l* Exoccipitalia; *os* Supraoccipitale; *pa* Parietale; *pm* Processus paramastoideus; *t* Temporale mit dem Processus zygomaticus (*z*); *i* Schneidezähne; *c* Eckzähne; *p* Prämolaren; *m* Molaren.

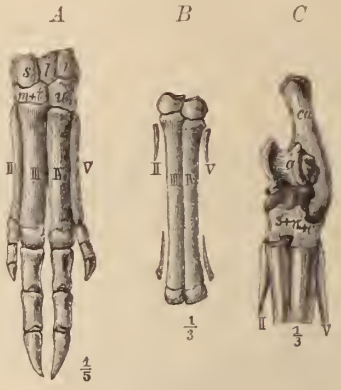



Fig. 807. *A Hyaemoschus aquaticus.* Recent. L. Vorderfuß. *B Gelocus communis* Aym. L. Vorderfuß. *C Hyaemoschus crassus* Lart. L. Hinterfuß.

Bei den **Geweihträgern** (*Tragulidae* hornlos) sind die Schneidezähne im Oberkiefer ganz verschwunden, der Eckzahn des Unterkiefers ist durch weite Lücke von den Backzähnen getrennt, den Schneidezähnen ähnlich und an diese herangerückt. Die mittleren Metapodien verwachsen und mehrere Fußwurzelknochen verschmolzen (807 *C*): Reduktion adaptiv.

Seit dem Miocän finden sich paarige Hörner und Geweihe. Erstere ± lange, einspitzige Auswüchse der Stirnbeine, die fast nie abgeworfen werden, diese kurze Auswüchse, auf welchen jährlich neue, meist ± reichlich verzweigte Geweihe gebildet werden. Hierher gehören 3 ungleich große Gruppen, von altweltlichem Ursprung, die in Amerika nur formenarm vertreten sind.

**1. Fam. Tragulidae.** Besitzen zwar keine Hörner oder Geweihe, aber das Männchen hat hauerartige obere Eckzähne. Es ist eine primitive Gruppe, die sich an *Hyopotamus* (S. 440) anreiht, heute nur noch durch die Zwerghirsche (*Tragulus* — Indien und *Hyaemoschus* — Westafrika — 807 *A*, *C*) vertreten ist. Die seitlichen Zehen ± vollkommen erhalten, die mittleren Metapodien unvollständig verschmolzen. Der älteste echte Wiederkäuer Europas ist

**Gelocus** Aym. (807 *B*, 808) mit verschmolzenen mittleren und halb verschwundenen seitlichen Metapodien. Die Halbmonde der Backzähne noch kegelförmig und plump (808). Im Oligocän mit andern Formen, die z. T. als Vorläufer der Hirsche und Rinder gelten können. Auch in Nordamerika existierte ein Zweig dieser Gruppe.

**2. Fam. Cervidae.** Die jetzt nur in Australien fehlenden Hirsche (nebst Giraffen) sind eine altweltliche Gruppe, die zuerst im Miocän Europas erscheinen. Ihr Gebiß ist durch niedrige Backzähne und das häufige Vorkommen oberer Eckzähne ausgezeichnet. Ein weiteres Merkmal sind die einfachen oder ± stark verzweigten Geweihe, die außer den Moschustieren nur den ältesten Formen wie

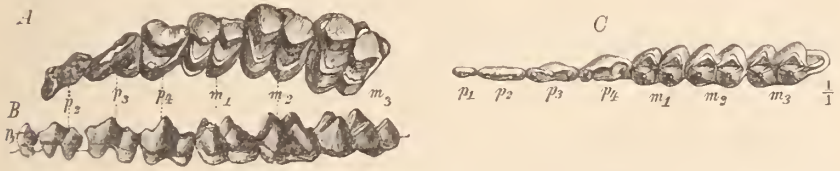



Fig. 808. *Gelocus communis* Aym. Oligocän von Ronzon. *A* obere Backzähne. *B* untere Backzähne von außen. *C* untere Backzähne von der Kaufläche.

**Palaeomeryx** v. M. (809) fehlen. Eine im Miocän Europas weit verbreitete Form mit niedrigen Backzähnen, die an basalen Wülsten (*C w*) und Warzen (*B w'*) leicht kenntlich sind. Obere Eckzähne hauerartig (*Ac*).

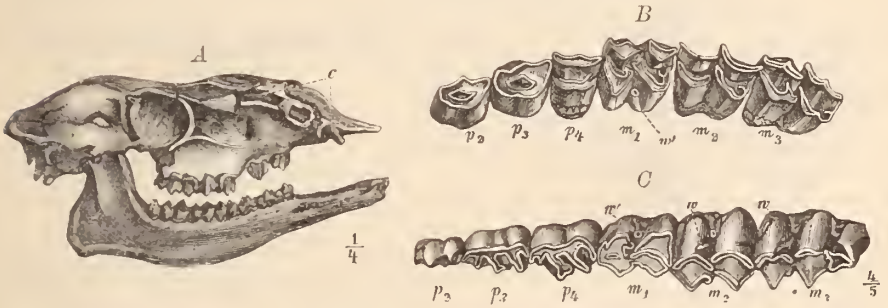



Fig. 809. *A Palaeomeryx Feignouxi* Geoffr. Miocän. Allier. Schädel. *c* verlängerter Eckzahn. *B, C Palaeomeryx furcatus* Hens. Miocän, Steinheim. Milchbackzähne. *B* obere, *C* untere Backzähne. *w* Palaeomeryxwülstchen; *w'* Basalwarzen.

Im Pliocän treten geweihtragende Formen auf, verbreiten sich über Amerika und erscheinen in Indien in dem merkwürdigen *Sivatherium* F. & C. (810), einem Tiere von über Elengröße. Auf dem nach vorn verlängerten Stirnbein stehen vorn ein Paar kurzer Antilopen-artiger und hinten ein Paar großer, hirschartiger Knochenfortsätze. Durch die umfangreichen Stirnhöhlen ähneln sie den

Fig. 810. *Sivatherium giganteum* Falc. and Cautl. Pliocän. Siwaliks, Indien. Schädel.

**Giraffen** (*Camelopardalis*), die im Pliocän in Indien und Europa erscheinen, jetzt auf Afrika beschränkt sind, wo auch noch das Okapi, ein Verwandter des pliocänen, geweihlosen *Helladotherium*, kürzlich entdeckt worden ist.

Von bemerkenswerten Hirschen der Diluvialzeit ist der Riesenhirsch, *Cervus megaceros* Blb. mit 3 m spannendem Geweih wohl erst in postglacialer

Zeit ausgerottet, während das früher über ganz Mitteleuropa verbreitete Renntier, *C. tarandus* L., neben dem Pferde das hauptsächlichste Jagdtier des paläolithischen Menschen, allmählich auf die borealen Regionen zurückgedrängt ist.

**3. Fam. Bovidae.** Sie besitzen vielfach hohe, säulenförmige Backzähne, selten noch verkümmerte obere Eckzähne. Die Männchen sind immer, die Weibchen häufig mit Hörnern versehen, die bei den Antilopen schlank sind und steil auf dem Schädel stehen, bei den Ziegen und Schafen stark, oft kantig und nach außen geneigt, während sie bei den Rindern kräftig ausgebildet sind, weit voneinander entspringen und zur Seite gedreht sind. Die

**Antilopen** erscheinen im Ob. Miocän, erlangen im Pliocän in der alten Welt eine weite Verbreitung, sind jetzt mit Ausnahme der Gemse fast ganz auf Afrika beschränkt.

**Ziegen.** Seit dem Pliocän in der alten Welt verbreitet.

**Schafe** leben nur auf der nördlichen Halbkugel. Der Moschusochse, *Ovibos moschatus* Blv., heute nur noch im arktischen Amerika zu Hause, gehörte zu den weitverbreiteten Diluvialtieren der Nordhalbkugel. Die Heimat der

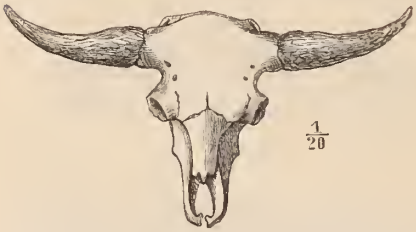


Fig. 811. *Bison priscus* Boj. Diluvium. Schädel.

Fig. 812. *Bos primigenius* Boj. Diluvium von Athol, Perthshire. Schädel. (1/30.)

**Rinder** ist Indien, wo sie zur jüngeren Pliocänzeit sehr formenreich entwickelt waren. Sie zeichnen sich durch ungemein starke und ausgedehnte Stirnbeine aus. Zur jüngsten Pleistocänzeit lebten in Europa sowohl Büffel als auch echte Rinder. Unter diesen sind der Wisent *Bison europaeus* Ow. und sein ausgestorbener Verwandter *B. priscus* Boj. (811), besonders aber der Auerochs, *Bos primigenius* Boj. (812), die Stammform unserer Rinderrassen, schon im Diluvium häufig.

## VI. Toxodontia u. verw., spezifisch südamerikanische Gruppen.

Bis in die jüngste Pleistocänzeit haben in S. Amerika einige Gruppen mittelgroßer bis großer Huftiere gelebt, die diese Region nie überschritten haben und deren ältere Vertreter im Mittl. Tertiär Patagoniens auftreten. Sie sind 5-, auch 3- oder 1zehig, besitzen ursprünglich ein vollständiges Gebiß, aus dem nur die Eckzähne vielfach verschwinden, dessen Schneidezähne stark ausgebildet und dessen Backzähne meist prismatisch und mit schrägen Querfalten versehen sind. Die Hand-

wurzelknochen sind meist serial geordnet. Von den unter sich z. T. recht abweichenden Formen mögen erwähnt sein:

**Nesodon** Ow. (813), häufig im Mittl. Tertiär, ein 5zehiges Tier von Rehgröße, besitzt ein vollständiges Gebiß mit stark entwickelten, hinten schmelzlosen Schneidezähnen, von denen die mittleren hauerartig verlängert, die äußeren verkümmert sind. Bei

**Toxodon** Ow. (815), jungtertiär und pleistocän, sind alle Zähne wurzellos; Gebiß lückenhaft, die Backzähne mit einfachen, schrägen Falten. Von Nilpferd-Größe; lebte noch im jüngsten Pleistocän. Einen von diesen beiden abweichenden Typus stellt

**Macrauchenia** Ow. (814) vor. Besitzt nur 3 Zehen, einen langen Hals und hohe Beine.

Fig. 813. *Nesodon ovinus* Owen. Mittl. Tertiär. Patagonien. Milchgebiß und Molaren des Oberkiefers.

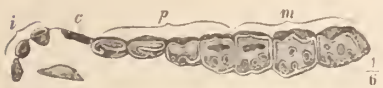



Fig. 814. *Macrauchenia patagonica* Owen. Pleistocän. Argentinien. Gebiß des Oberkiefers.

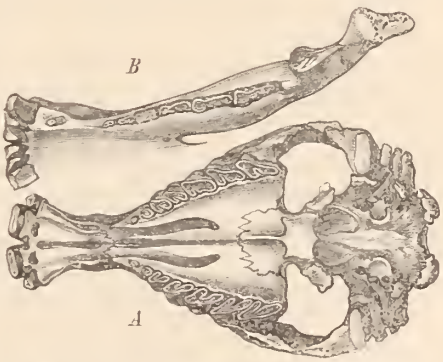



Fig. 815. *Toxodon Burmeisteri* Gieb. Pleistocän. Argentinien. *A* Schädel von unten. *B* Unterkiefer. 1/12.

Das Gebiß ist vollständig, die Eckzähne meist ungewöhnlich vergrößert. Tertiär und Pleistocän. Auch 1zehige Formen, im Fußbau *Hipparion*-ähnlich, kommen im Jungtertiär vor.

## VII. Sirenia. Seekühe.

Nackte, pflanzenfressende Seetiere mit flossenartigen Vorderextremitäten und wagerechter Schwanzflosse, äußerlich den *Cetaceen* ähnlich, aber dem Skelettbau nach den Huftieren verwandt. Die meisten Knochen von dichter Struktur. Becken und Hintergliedmaßen fehlen oder sind rudimentär. Gebiß huftierartig. (Höckerzähne, zuweilen zahnlos). Nasenlöcher weit, nach vorn gerichtet. Vom Eocän an bekannt.

Zwei lebende (*Manatus* und *Halicore*) und eine im 18. Jahrhundert ausgerottete, zahnlose Gattung (*Rhytina* — 8 m lang). Häufig im Oligocän (auch im Eocän) Europas ist die Gattung

**Halitherium** Kaup. (816) mit rudimentärem Becken (*B*) und Femur (*f*).

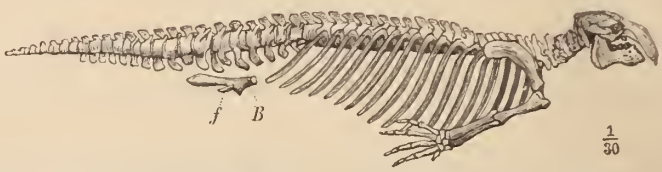



Fig. 816. *Halitherium Schinzi* Kaup. M. Oligocän. Rheinhessen. *B* Becken; *f* Femur. Die Rippen sind sehr viel dicker, als hier dargestellt, so daß sie sich fast berühren.

Obere Schneidezähne hauerartig verlängert. Molaren mit stark gefalteten Höckern und kleeblattartiger Kaufläche.

## 8. Ordnung: Primates. Halbaffen, Affen, Mensch.

Gemäß der ausgesprochen kletternden Lebensweise der *Primaten* sind alle Gliedmaßen zu Greiforganen umgestaltet, und diese dienen nicht nur zur Fortbewegung, sondern auch zum Ergreifen der Nahrung. An den schlanken, plantigraden Füßen ist die 1. Zehe opponierbar, und die Endphalangen sind abgeplattet und teilweise oder ganz mit Nägeln versehen. Die Augenhöhle wird von der Schläfengrube nur durch eine Knochenbrücke oder vollständig abgeschlossen. Das Gebiß ist vollständig; die Backzähne tragen stumpfe Höcker.

Die primitiveren Formen, welche als Halbaffen,

**Prosimiae,** zusammengefasst werden, besitzen noch vielfach Merkmale, wie sie ähnlich primitiv bei Insektenfressern und Raubtieren vorkommen: eine verlängerte Schnauze, ± schräg gestellte Augenhöhlen, längere Hinterbeine, dreihöckerige obere Molaren, einfache Prämolaren und langen Schwanz. Bei den älteren, im Eocän und Oligocän Europas und N. Amerikas gefundenen Vertretern ist das Gebiß vielfach noch vollzähliger als bei den eigentlichen Halbaffen, indem mehr als 2 Schneidezähne und 4 (statt 3) Prämolaren auftreten. Letzteres ist z. B. bei *Adapis* Cuv. (817) aus dem Unt. Oligocän der Fall. Andre, wie *Anaptomorphus* Cop. aus dem Eocän, erinnern durch großes Hirn, reduziertes Gebiß, weite Augenhöhlen u. a. an die Affen. Die heutigen Halbaffen bewohnen ausschließlich Afrika und Indien. Von ihnen unterscheiden sich die Affen,

**Simiae,** besonders durch nach vorn gerichtete und von den Schläfenhöhlen vollständig abgeschlossene Augenhöhlen, sowie durch reduziertes Gebiß, das bei den am meisten differenzierten Menschenaffen nur aus 32 Zähnen (2 Schneide-, 1 Eckzahn, 2 Prä- und 3 Molaren) besteht.

Bei den Breitnasen, *Platyrhini*, die nur in S. Amerika leben und deren Vorfahren auch nur dort bis zum Oligocän hinab vorkommen, sind 3 Prämolaren vorhanden, bei den altweltlichen Affen, den Schmalnasen oder *Catarrhini*, stets nur 2. Diese letzteren zerfallen in

a) **Cynopithecidae** (Hundaffen), meist langgeschwänzte, auf allen Vieren sich bewegende Tiere, deren Backzahnhöcker in Querreihen stehen.

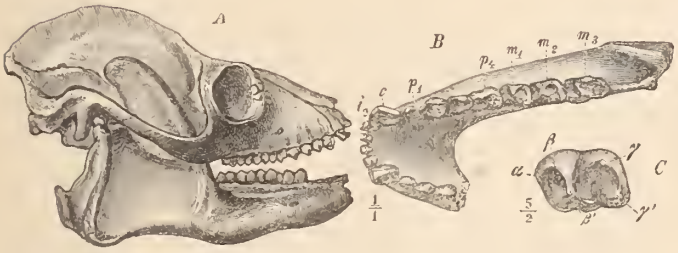



Fig. 817. *Adapis parisiensis* Cuv. Phosphorite von Quercy. *A* Schädel ($\frac{1}{2}$); *B* Unterkiefer; *C* unterer $M_1$ vergrößert.

Fig. 818. Feuersteinmesser. Höhle von Bize, Dép. Aude.

Man kennt sie fossil seit dem jüngeren Miocän in Eurasien. Heute leben sie in Asien und Afrika, 1 Art noch auf Gibraltar.

b) **Simiidae** (= *Anthropomorphi*) oder Menschenaffen. Sie sind ungeschwänzt, können, wenn auch meist nur unvollkommen, mit dem Fußrande aufrecht gehen, und ihre Vordergliedmaßen sind länger als die hinteren. Die inneren Höcker der Backzähne wechseln mit den äußeren ab.

Fossile Reste von Menschenaffen kennt man zuerst aus dem Oberen Miocän Mitteleuropas:

**Dryopithecus** Lart. wird wohl mit Recht als Stammform von Orangutang und Schimpanse angesehen, *Pliopithecus* Gerv. kommt dem heutigen Gibbon außerordentlich nahe. Dem Menschen am nächsten steht von allen fossilen und lebenden Menschenaffen der zwar nur aus einem Schädeldach, 2 Backzähnen und dem Oberschenkel bekannte

**Pithecanthropus** *erectus* Dub., der auf Java in Gesellschaft von jungpliocänen Tierformen (*Stegodon*, *Hippopotamus*) gefunden ist. Sein Oberschenkelknochen läßt auf aufrechte Körperhaltung schließen. Er ist größer als der Gibbon, dem er in mancher Beziehung ähnelt. Er steht von den Menschenaffen weiter ab als vom

**Menschen**, **Homo** *sapiens* L. Sichere Reste des Menschen sind, wenn man nicht *Pithecanthropus* als primitiven Menschen auffassen will, aus pliocänen Schichten noch nicht bekannt geworden, ebensowenig Geräte oder andre unzweifelhafte Spuren seiner Tätigkeit.

In mittel-, besonders aber in jungpleistocänen Ablagerungen findet man primitive, d. h. nicht geschliffene Feuersteinwerkzeuge (818), zerschlagene, angebrannte, bearbeitete oder auch mit Zeichnungen bedeckte Knochen der häufigsten Diluvialtiere, wie Pferd, Mammuth, Rennthier, Höhlenbär etc. in Europa weit verbreitet. Sie bekunden das Auftreten des prähistorischen,

paläolithischen Menschen, der als nomadisierender Jäger mit Vorliebe Höhlen bewohnte. Die dürftigen Skelettreste des Paläolithikers weisen z. B. im Besitze reichlicher Schmelzfalten der Backzähne, in dem verdickten und vorgezogenen oberen Augenrande u. a. m. noch Affenmerkmale auf, die dem jetzigen Menschen abgehen.

Der Mensch ist in den einzelnen Erdteilen wohl nicht gleichzeitig erschienen, er tritt, wie es scheint, in Südasien früher auf als in Mitteleuropa, noch später in N. und S. Amerika sowie in Australien. Mit seiner Ausbreitung und Tätigkeit ist überall ein Rückgang, sehr häufig sogar ein Verschwinden der großen, jagdbaren Säuger und auch Vögel verknüpft, die ihm ausschließlich als Nahrung gedient haben, bevor er durch ihre Abnahme zur Viehzucht und zum Ackerbau gezwungen wurde.

## Geologische Verbreitung der Säuger.

Unsre Kenntnis von den Säugern des Mesozoikums beschränkt sich bis jetzt auf die spärlichen und unvollständigen Reste kleiner Tiere, die nach ihrem Gebiß teils den Beuteltieren und Insektenfressern nahe stehen, teils wie die im Eocän verschwindenden *Allotheria* in keiner sicher erkennbaren Beziehung zu den übrigen Säugern stehen. Um so bemerkenswerter erscheint das Auftreten mehrerer ± deutlich voneinander geschiedener Gruppen im älteren Eocän Europas und N. Amerikas. Wenn diesen auch allgemein primitive Merkmale zukommen, die sie in gewisser Beziehung vereinigen, wie 5zehige, plantigrade Gliedmaßen, getrennte Fuß- und Handknochen, lange niedrige Schädel, kleines Gehirn, wenig spezialisierte Zahnbildungen und langer Schwanz, so zeigen sie daneben doch andre Merkmale, nach denen sie verschiedenen Ordnungen, i. b. den *Raubtieren* (*Creodontia*) und *Insektenfressern*, den *Tillodontia*, den *Condylarthra*, den *Amblypoda* und den *Halbaffen* zugewiesen werden können.

Im Mittleren und Oberen Eocän waren die Säuger besonders in N. Amerika formenreich, in Europa nur spärlich vertreten. Die Merkmale der einzelnen Ordnungen treten jetzt schärfer hervor, bes. bei den Raubtieren, Huftieren und Nagern; die Molaren werden lophodont oder tetragonodont, die Füße digitigrad. Manche Formen, wie *Coryphodon*, *Uintatherium* in N. Amerika, *Lophiodon* in Europa erreichen schon beträchtliche Größe. Ganz unvermittelt treten die *Cetaceen* auf, für die keinerlei Vorläufer unter Landsäugern oder -reptilien bekannt sind.

Können wir die Entwicklung der Säuger für die Eocänzeit fast nur in N. Amerika verfolgen, so tritt uns vom Oligocän an daneben Europa als ein zweites reichhaltiges Faunengebiet entgegen, mit welchem wenigstens vom Miocän an Asien und Nordafrika zu einer tiergeographischen Einheit (*Eurasien*) verschmolzen erscheinen. Als eine dritte, unabhängige Region stellt sich vom jüngeren Oligocän an auch Südamerika dar. Während nun zwischen N. Amerika und Eurasien vom Eocän an bis in die Pleistocänzeit hinein wiederholt Verbindungen existiert haben, die einen vorübergehenden Austausch von Formen gestatteten, ist Südamerika bis gegen Ende des Pliocäns isoliert geblieben und hat nur vereinzelt Säuger an andre Regionen abgegeben (*Proboscidea*). Erst am Ende der Pliocänzeit sind einige der für S. Amerika bezeichnenden Gestalten, wie *Gürteltiere*, *Riesenfaultiere*, bis nach N. Amerika

vorgedrungen, und andrerseits ist damals S. Amerika durch einige Elemente der nördlichen Halbkugel, wie *Tapirus*, *Mastodon*, *Equiden* bevölkert worden.

Auf der nördlichen Halbkugel haben sich die Verbreitungsgebiete der Säuger während der Tertiärzeit mehrfach verschoben. Zur Mioeänzeit sind die Nashörner von N. Amerika nach Eurasien gewandert und haben sich hier reich entwickelt. Der *Pferdestamm* hat im Eoeän N. Amerikas seinen Ursprung genommen, ist mit *Hyracotherium* im Eoeän, mit *Palaeotherium* im Oligoeän Europas vertreten gewesen und hat zur Pliocänzeit sich als *Hipparion* und *Equus* wiederum über die alte Welt verbreitet. Ebenso sind die *Kamele* bis zum Plioeän auf N. Amerika beschränkt gewesen, dann nach Indien gewandert und von hier nach Afrika und Südeuropa übergegangen. Die *Proboscidea*, welche ursprünglich, wie es scheint, in S. Amerika und N. Afrika zu Hause waren, haben sich im Pliocän über Eurasien ausgebreitet, *Mastodon* ist auch bald, *Elephas* aber erst im Pleistocän nach N. Amerika gewandert. Manche Gruppen haben ihre ursprüngliche Heimat nie oder erst spät verlassen: die *Oreodontiden* sind über N. Amerika nie hinausgekommen, die *Suidae* vorwiegend auf Eurasien beschränkt geblieben.

Australien hat seit der Diluvialzeit (ältere Säugerreste sind von dort nicht bekannt) eine ganz isolierte Stellung eingenommen. Es ist das Reich der *Marsupialier* (und *Monotremen*), von denen nur die *Didelphyiden* zur Tertiärzeit auf der Nordhalbkugel verbreitet waren.

Der Entwicklungsgang der Säuger (in geringerem Maße auch der der Vögel) erfährt von der Pliocänzeit an eine auffallende und sehr bemerkenswerte Veränderung, indem fast überall die Mehrzahl der größeren, jagdbaren Tiere zu verschwinden beginnen, oder doch ihre Verbreitung außerordentlich eingeschränkt wird. Dieser Vorgang kann nur zum geringsten Teile den klimatischen Schwankungen der Diluvialzeit zugeschrieben werden, da die meisten Tierformen die größten klimatischen Wechsel überdauert haben, und viele noch am Ende der Pleistocänzeit sehr häufig und über ungeheure Flächenräume verbreitet waren.

In Südamerika findet sich die Gesellschaft der *Riesenfaultiere*, *Riesengürteltiere* und *Riesenmager*, der *Toxodontia* und verwandten Huftiere, ebenso das zugewanderte Element, wie *Mastodon*, *Equus* und *Machairodus*, welche zumeist nicht nur die Ebene, sondern auch die Gebirge des Kontinents bevölkerten und z. T. bis nach N. Amerika verbreitet waren, noch in den jüngsten pleistocänen Ablagerungen, dem Pampaslöß, allgemein verbreitet; heute sind sie alle verschwunden und nur die kleinen Vertreter der *Faul-*, *Gürtel-* und *Nagetiere* übrig geblieben. Das letzte Riesenfaultier, *Grypotherium*, ist erst vor kurzer Zeit und nachweislich unter den Händen eines patagonischen Jägerstammes zu Grunde gegangen.

Die z. T. noch in der jüngeren Diluvialzeit verbreiteten großen Säuger N. Amerikas *Mastodon*, *Mammuth*, *Pferd* und die aus S. Amerika eingewanderten *Edentaten* fehlen der heutigen Fauna.

In Eurasien verschwinden die großen Tierformen nachweislich zu verschiedenen Zeiten. Die großen *Artiodactylen* der plioeänen Siwalik-Schichten, *Sivatherium* und *Bramatherium*, sind pleistocän nicht mehr bekannt, aber *Mammuth*, *Rhinoceros*, *Nilpferd*, *Riesenhirsch*, *Machairodus*, *Pferd*, *Renntier* u. a. überdauern die größten klimatischen Schwankungen und finden sich z. T. gerade in den jüngsten Diluvialbildungen noch

ungemein häufig. Sie sind offenbar nicht durch die Ungunst der Lebensbedingungen vernichtet oder wie *Renntier*, *Moschusochse*, *Pferd* usw. auf einen ± beschränkten Verbreitungsbezirk eingeengt worden, sondern ihr Verschwinden oder ihre Abnahme dürfte im engsten Zusammenhange mit der Ausbreitung des Menschen stehen, der wahrscheinlich zur Pliocänzeit in Indien zuerst erschienen ist und sich im Laufe der Pleistocänzeit über Eurasien und später auch über die andern Erdteile ausgebreitet hat. Seine Existenz war in dem primitiven Kulturzustande des Jägers wohl überall an das Vorhandensein der großen Jagdtiere geknüpft, die er, wie wir wissen, selbst mit seinen einfachen Waffen in ungeheuren Mengen hat töten können.

Aus dem Eingreifen des Menschen erklärt sich am besten die Verarmung der Tierwelt, die mit dem jüngeren Pliocän beginnt und bis in die Gegenwart noch andauert, und die nur die größeren jagdbaren Tiere, nicht aber die kleineren *Säuger*, *Mollusken* usw. betroffen hat. Wir begreifen auch aus diesem Vorgang, wie in jüngster Zeit die großen Tierformen in allen Erdteilen, so in Australien die großen *Beuteltiere*, in Neuseeland und auf Madagaskar die *Riesenvögel*, verschwunden sind.

---

Die folgende tabellarische Übersicht bringt die geologische Verbreitung der wichtigsten Säuger während der Tertiärzeit zur Darstellung:

## Südamerikanische Region

RECENT: *Didelphys; Ursus, Felis; Hystricomorpha; Edentata; Platyrhinae; Tapirus; Cervinae, Auchenia.*
Keine *Prosimiae, Proboscidea, Bovidae,* fast keine *Insectivora.*

PAMPASFORMATION: ***Canis, *† Machairodus; † Glyptodontidae,** *Dasypodidae,* **† Megatheriidae; Chinchillidae;** *Platyrhinae;* **† Toxodontia** u. Verw.; *** † Mastodon; *† Hippidium, *† Equus;** **Auchenia, *Cervinae.*

SANTA CRUZ-SCHICHTEN UND PATAGONISCHE FORMATION: *Edentata, Marsupialia, Toxodontia* u. Verw.

PYROTHERIUM-SCHICHTEN: *Pyrotherium.*

Anmerkung. Ein vor einem Namen stehendes * oder † bedeutet, daß diese Formen während der betreffenden Epoche zum ersten Male (*) oder zum letzten Male (†) in der gleichen Region auftreten.
Ein hinter einem Gattungsnamen stehendes E, bez. N. bedeutet, daß die gleiche oder eine kaum davon zu trennende Gattung auch in Europa (E), bez. Nordamerika (N) bekannt ist [nicht für Südamerika und nicht für recente Formen angewendet].
Fett gedruckt sind die Namen von Gattungen, welche ganz besonders bezeichnend und häufig sind während der betreffenden Epoche.

## Nordamerikanische Region

RECENT: *Didelphys; Talpidae; Canidae, Mustelidae, Ursus, Felis; Castor; Cervinae,* sehr wenige *Bovidae (Bison).* Keine *Edentata, Primates, Perissodactyla.*

EQUUS- UND MEGALONYX-BEDS: ** Didelphys; Talpidae* E; **Canis* E, **Ursus* E, ** Mustelidae* E, *Felis* E, † *Machairodus* E; **† Glyptodon, *† Megatherium, *† Mylodon;* **† Mastodon** E *(americanus), *†* **Elephas** *primigenius* E, † *Tapirus* E, *** † Equus** E; **† Camelidae,** ** Cervus* E, ** Bison* E.

LOUP FORK-BEDS: *Canidae, *Machairodus* E; **Edentata;* **Mastodon** E; † *Rhinocerotidae,* † **Hipparion** E, † **Protohippus,** **† Hippidium;* † *Oreodontidae, Camelidae.*

TICHOLEPTUS-BEDS: ** Proboscidea* E *(Mastodon proavus);* † *Anchitherium* E, ** Equinae (Hipparion* E, *Protohippus); Oreodontidae* (5 Gattungen), *Camelidae, Palaeomeryx* E.

JOHN DAY-BEDS: *Canidae, Felidae, Castor* E, ***Anchitherium** E, *Oreodontidae, Camelidae,* † *Tragulidae.*

WHITE RIVER-BEDS: *Marsupialia;* † *Creodontia (Hyaenodon* E); ** Carnivora;* † *Prosimiae; * Castor* E, ** Sciurus* E, ** Muridae;* *** † Menodus,** *Hyopotamus* E, ** Suidae (? Hyotherium* E), *Oreodon, Camelidae.*

BRIDGER-BEDS: *Chiroptera; Creodontia;* † *Tillodontia; Prosimiae; * †* **Dinoceratidae;** † *Hyracotherium* E, **†* **Palaeosyops.**

WASATCH-BEDS: ** Creodontia, Tillodontia, * Rodentia; Prosimiae;* † **Phenacodus;** *** † Coryphodon** E; ** Perissodactyla* (**Hyracotherium** E); ** Artiodactyla.*

PUERCO-BEDS: † *Multituberculata (Neoplagiaulax* E); *Creodontia; Tillodontia; Prosimiae; Condylarthra; * Amblypoda.*

## Eurasiatische Region

RECENT: *Insectivora; Canis, Ursus, Viverridae, Mustelidae, Felis; Castor; Sus, Cervinae, Bovidae.* Keine *Marsupialia.*

RECENT nur in Asien oder Afrika: *Hyaena; Edentata; Prosimiae; Catarhinae; Elephas; Tapirus, Rhinoceros, Equus; Hippopotamus, Tragulidae, Cameloparadalis.*

DILUVIUM von Europa: **Canis** N, **Ursus** N, **Hyaena,** *Felis* N, † *Machairodus* N; † **Elephas** N; † **Rhinoceros,** **† Elasmotherium,* **Equus** N; *Sus,* **Cervinae, Bison** N, **Bos,** † *Ovibos* N.

OBERPLIOCÄN: ** Canis* N, ** Ursus* N, *Hyaena, Felis* N, *Machairodus* N, ** Lepus* N; *Cynopithecidae;* † **Mastodon** N **(arvernensis),** ** Elephas* N; *Tapirus* N, **Rhinoceros,** **Equus* N; † *Hipparion* N; *Sus,* *** Hippopotamus, Cervus** N, *Antilopinae,* **Bovinae.**

UNTERPLIOCÄN: *Mustelidae, *Hyaena, Machairodus* N; *Simiae;* † *Dinotherium,* **Mastodon** N, **Rhinoceros, * Hipparion** N; **Sus,** *Cervus* N, **Giraffinae, Antilopinae.**

OBERMIOCÄN: † *Amphicyon, * Ursidae. * Felis* N, ** Machairodus* N; ** Simiidae (Dryopithecus); * Proboscidea* **(Dinotherium, Mastodon** N); ** Tapirus* N, **Aceratherium** N, *** Rhinoceros, *† Anchitherium** N; **† Hyotherium,** ** Sus,* *** Hyaemoschus, Palaeomeryx** N (gehörnt), ** Cervus* N, ** Bovidae (Antilope).*

UNTERMIOCÄN: † *Marsupialia* N; *Talpa; * Amphicyon, * Castoridae* N *(Stenoföber), * Lagomyidae, Aceratherium* N, † *Anthracotherium,* **Hyotherium** N, **Cervidae* **(Palaeomeryx,** hornlos).

OBEROLIGOCÄN: *Marsupialia* N; † *Creodontia (Hyaenodon* N); *Canidae, Mustelidae, * Rhinocerotidae,* † *Palaeotherium,* **Anthracotherium,** † **Hyopotamus** N, ** Hyotherium* N, ** Ruminantia* **(Gelocus).**

UNTEROLIGOCÄN: *Marsupialia* N; *Insectivora; Chiroptera;* **Hyaenodon** N, *Pterodon; * Carnivora (Viverra); * Rodentia;* † *Prosimiae (Adapis);* † *Lophiodon,* † *Pachynolophus,* ***Palaeotherium,** ** Artiodactyla (Dichobune,* **Xiphodon, Anoplotherium**).

OBEREOCÄN: *Creodontia; Prosimiae; Perissodactyla* (***Lophiodon,** ** Pachynolophus*).

MITTELEOCÄN: *Creodontia; * † Coryphodon* N; ** Perissodactyla (Hyracotherium* N.)

UNTEREOCÄN: † *Multituberculata (Neoplagiaulax* N.); *Creodontia, Prosimiae.*

## Austral. Regien

RECENT: *Monotremata; Marsupialia; Muridae; Canis.*

FOSSIL: **Marsupialia** († *Diprotodon:* † *Thylacoleo*).

# REGISTER.

Die kleingedruckten Seitenzahlen bedeuten, daß an dieser Stelle der betr. Gegenstand nur erwähnt ist.


A.

Aale 375.
Abdruck 5.
Abgewandelte Formen 1.
Abietineae 52, 55.
Acadische Gruppe 10.
Acalephae 99, 127.
Acantharia 76.
Acanthoceras 318.
Acanthocladia 203.
Acanthodes 366.
Acanthodini 361, 365, 379.
Acanthothyris 216.
Acephala 224.
Aceratherium 435.
Acervularia 121, 125.
Acetabularia 16.
Acicularia 16.
Acipenser 371.
Acrochordiceras 306.
Acrodus 363.
Acrosalenia 150, 160.
Acrosalenidae 149, 150, 201.
Actaeonella 270.
Actaeonidae 269.
Actaeonina 270.
Actinocamax 327.
Actinoceras 282.
Actinocrinacea 172, 175, 187.
Actinocrinoidea 177.
Actinocrinus 177.
Actinometra 179, 186.
Actinostroma 134.
Actinostromaria 134.
Adapis 446.
Adesmacea 231.
Aeger 345.
Aegoceras 316.
Aegoceratidae 302, 303, 311, 313, 315.
Aepyornis 410, 450.
Aëtosaurus 396.
Affen 446.
Agelacrinus 193.
Agglutinantia 62, 65, 75.
Agnostus 339.
Agria 245.
Alactaga 427.
Alaria 273.
Alata 273.
Alaunschiefer 10.
Albien 8.
Alcyonaria 102.
Alcyonaria, Geol. Verbreitg. 110.
Alectryonia 256.
Alethopteris 34, 41.
Algen 11, 12.
Alligatoridae 397.
Allosaurus 403.
Allotheria 417, 448.
Alveolina 64, 75.
Alveolites 107.
Amaltheen-Schichten 9.
Amaltheidae 301, 303, 307, 318, 319, 321.
Amaltheus 308.
Amberleya 265.
Amblypoda 429.
Amblypterus 370.
Ambonychia 252.
Ameisen 349.
Ameisenbeutler 416.
Ameisenfresser 424.
Ameisenlöwen 349.
Amia 374, 375.
Amioidei 374, 379, 380.
Ammodiscus 65.
Ammoniten 301.
Ammoniten, Geol. Verbreitung und Verwandtschaftsverhältnisse 319.
Ammonoidea 286, 288.
Amphibia 356, 380.
Amphicyon 422.
Amphipoda 333.
Amphistegina 69, 75.
Amphisyle 376.
Anabacia 125.
Ananchytes 157, 160.
Ananchytidae 156, 159.
Anaptomorphus 446.
Anarcestes 298.
Anchitherium 438.
Ancillaria 274.
Ancyloceras 293, 319.
Andrarumkalk 10.
Andrias 381.
Angiopteris 29.
Angiospermae 47, 50, 58, 349.
Angoulême-Stufe 8.
Angoumien 8.
Angulaten 316.
Angulatus-Schichten 9.
Anhydritgruppe 9.
Anisomyaria 225, 226, 229, 248, 256.
Annelidae 331.
Annularia 26.
Anomalocystidae 194.
Anomiidae 254.
Anomocladina 93.
Anomodontia 401, 408, 409.
Anomopteris 34.
Anoplotheriden 441.
Anoplotherium 441.
Antedonacea 183, 186, 187.
Antedon 186, 187.
Antholithus 57.
Anthozoa 99.
Anthracomya 249.
Anthracosia 237.
Anthracotherium 440.
Anthropomorphi 447.
Antilopen 444.
Antiptychina 222.
Anura 380, 381.
Aphyllites 298.

Apiocrinacea 183, 185, 187.
Apiocrinus 185.
Aplacophora 261.
Apt-Stufe 8.
Aptychenkalk 8, 9, 321.
Aptychus 295, 320.
Apus 334.
Aquitan-Stufe 8.
Arachnida 333, 348.
Araucaria 53.
Araucarieae 52, 53.
Araucarioxylon 53, 55.
Arca 232.
Arcestes 309.
Arcestidae 302, 303, 309, 319.
Archaeocalamites 24.
Archaeoceti 419.
Archaeocidaris 148.
Archaeocyathus 97.
Archaeopterides 30.
Archaeopteris 30.
Archaeopteryx 409, 411.
Archaeozoa 97, 98.
Archegosauria 383.
Archegosauridae 384.
Archegosaurus 384.
Archimedes 203.
Archipolypoda 349.
Arcidae 232.
Arenig 10.
Arethusina 341.
Argonauta 322, 323.
Arietenkalk 9.
Arietites 314.
Aristocystidae 198.
Aristocystites 198.
Aristozoe 333.
Armfüßler 60, 204.
Armleuchteralgen 12, 19.
Arno-Stufe 8.
Arthracantha 175.
Arthropithys 26.
Arthropoda 60, 332.
Artinsk-Schichten 10.
Artiodactyla 429, 433, 439, 449.
Artisia 56.
Arvicolidae 427.
Asaphidae 341.
Asaphus 341.
Ascidier 218.
Ascoceras 282.
Aspidiaria 42.
Aspidiscus 124.
Aspidoceras 296, 317.
Aspidorhynchus 373.
Aspidosomae 162.
Aspidura 165.
Asplenium 34.
Asseln 343.
Assilina 71.
Astaciden 345.
Astartacea 234, 237.
Astarte 237.
Asternata 155.
Asterocalamites 24.
Asteroidea 142, 161, 165.
Asterolepidae 377, 378.
Asterolepis 378.
Asterophyllites 26.
Asterotheca 33, 38.
Asti-Stufe 8.
Astraeidae 115, 122, 126.
Astraeopora 119.
Astraeospongia 85.
Astrocoenia 119.
Astromyeolon 26.
Astropecten 161.
Astrosclera 95.
Astylospongia 89.
Atractites 324.
Atelostomata 145, 155.
Athleta-Schichten 9.
Athyridae 217, 218, 223.
Athyris 218.
Atlanta 264.
Atlantosaurus 405.
Atremata 209.
Atrypa 218.
Atrypidae 217, 218.
Aturia 287.
Aube-Stufe 8.
Aucella 252.
Auchenia 442.
Auerochs 444.
Aulacoceras 323, 327.
Aulacopteris 38.
Aulacothyris 222.
Aulocopium 89.
Auloporidae 105.
Auriculidae 270, 275.
Austern 254.
Aves 356, 409.
Avicula 250.
Aviculacea 229, 249, 257.
Aviculidae 250.
Aviculopecten 253.
Axograptidi 137, 139.
Axophyllidae 121, 127.
Axopora 131.

## B.

Bacillariaceae 12.
Bactrites 282, 323, 329.
Bactronella 96.
Bactryllium 331.
Baculiten-Kreide 8.
Baculites 293, 312.
Bären 422.
Bärlappe 11, 21, 22, 41, 42.
Baiera 56.
Bakterien 21.
Bala 10.
Balanidae 335.
Balanus 335.
Bandzüngler 273.
Barrême-Stufe 8.
Barroisia 97.
Barton-Stufe 8.
Barton-Ton 8.
Bath-Stufe 9.
Batocrinoidea 177.
Batocrinus 177.
Batoidei 363, 364.
Batrachia 380.
Bauchfüßler 224, 257.
Bayeux-Stufe 9.
Becksia 87.
Bedecktsamige Pflanzen 58.
Belemnitella 327.
Belemnitellen-Kreide 8.
Belemnites 325.
Belemnoidea 288, 323.
Belemnoidea, Geol. Verbreitg. u. Geschichte 329.
Belemnoteuthis 328.
Belemnostomus 373.
Belinurus 346.
Bellerophon 261.
Bellerophon-Kalk 10.
Bellerophontidae 261, 278.
Beloceras 299, 303, 306.
Belodon 396.
Belosepia 328.
Beloteuthis 328.
Bennettitea 49, 50.
Bennettites 50.
Bergeria 42.
Bergkalk 10.
Bernsteinbaum 55.
Bernsteinformation 8.
Berrias-Stufe 8.
Berycidae 376.
Beryx 376.
Beutellöwe 417.
Beutelmarder 416.
Beutelratten 415, 416.
Beuteltiere 415, 448, 450.
Beyrichia 334.
Biber 427.
Bienen 349.
Bimammatus-Schichten 9.
Binodosus-Schichten 9.
Biplicatae 221.
Biradiolites 245.
Bison 444.
Bivalvia 224.
Blagdeni-Schichten 9.

Blastoidea 192, 198, 201.
Blindwühler 380.
Blütenpflanzen 11, 47.
Boedenkorallen 103.
Bordeaux-Stufe 8.
Bornetella 15.
Bos 444.
Bothrodendron 44.
Bothriocidaris 146.
Bothriolepis 378.
Boueïna 14.
Bourgueticrinidae 185.
Bovidae 444.
Brachiopoda 60, 204.
Brachiopoda, Geol. Verbreitung d. 223.
Brachyura 345.
Bramatherium 449.
Branchiata 332.
Branchiata, Rückblick auf die 348.
Branchiosauri 381, 382.
Branchiosaurus 382.
Brevirostres 397.
Bronteus 341, 344.
Brontosaurus 405.
Brontotherium 436.
Bryophyta 11.
Bryozoa 60, 201.
Buccinum 273.
Buchensteiner Schichten 9.
Buchiceras 308.
Bucklandi-Schichten 9.
Bugula 201.
Bullidae 270
Bundenbachia 165.
Bunodontia 439.
Buntsandstein 9.

## C.

Cadomella 212.
Caerfai-Stufe 10.
Calamariaceen 22, 24.
Calamarien-Stufe 27.
Calamites 24, 25.
Calamitina 25.
Calamocrinus 185.
Calamodendron 26.
Calamodon 428.
Calamophyllia 123.
Calamophyllites 25.
Calamostachys 26.
Calcaire grossier 8.
Calcarea 80, 94.
Calcarea, Geolog. Verbreitung 98.
Calcarina 68.
Calceocrinidae 173.
Calceola 117.
Calceola-Stufe 10.
Calceolidae 115, 116, 127.
Calciferous-Sandstein 10.
Calix 197.
Callipteridium 34.
Callipteris 34, 41.
Callocystidae 195.
Calostylis 125.
Calycanthocrinus 173.
Calymene 342.
Calymnotheca 32, 39.
Calyptoblastea 130, 135.
Camarophoria 215.
Cambrium 10.
Camelidae 441.
Camelopardalis 443.
Camelus 442.
Camerata 175, 177.
Campanien 8.
Campanulariden 135.
Campiler-Schichten 9.
Canaliculati 314.
Canalifera 273.
Canidae 422.
Canis 422.
Caprina 245.
Caprinidae 245.
Caprinula 245.
Capitosaurus 385.
Caprotina 244.
Caprotinen-Schrattenkalk 8.
Capulacea 260, 266, 277.
Capulidae 267.
Capulus 268.
Caradoc 10.
Carbonicola 237.
Carcharias 364.
Carchariidae 364.
Carcharodon 363.
Cardiacea 234, 240.
Cardinia 238.
Cardiocarpus 58.
Cardioceras 308.
Cardiola 241.
Cardiopteris 30.
Cardita 238.
Cardita-Schichten 9.
Cardium 241.
Carentonien 8.
Carinaria 264.
Carinatae 409.
Carnivora 418, 420.
Carpoidea 191, 193, 201.
Caryocrinidae 195.
Caryocrinus 196, 201.
Caryocystis 194.
Caryophyllia 118.
Cassianer-Schichten 9.
Cassidulidae 155.
Cassis 273.
Castalia 237.
Castoridae 427.
Catarrhini 446.
Catskill-Gruppe 10.
Caturus 375.
Caulopteris 38.
Caunopora 133.
Cellepora 204.
Cenoman 8.
Centriscidae 376.
Cephalaspidae 377.
Cephalaspis 378.
Cephalopoda 224, 276, 278.
Ceratelladen 132.
Ceratiocaris 333.
Ceratiten-Schichten 9.
Ceratites 304.
Ceratitidae 301, 302, 303, 319.
Ceratodus 368.
Ceratopsidae 406, 407.
Ceratopyge-Schichten 10.
Ceratosaurus 405.
Ceriopora 202.
Cerithium 271.
Cervidae 443.
Cervus 443.
Cestracion 363.
Cestraciontidae 363, 379.
Cetacea 418, 445.
Chaetetidae 104, 108, 110.
Chama 228, 238, 248.
Champagne-Stufe 8.
Chara 19.
Characeae 12, 19.
Charente-Stufe 8.
Cheilostomata 202, 203.
Cheiracanthus 366.
Cheirolepis 366, 370.
Cheiruriden 342.
Cheirurus 342.
Chelicerata 333, 345, 348.
Chelonidae 393.
Chelydridae 393.
Chelys 393.
Chemnitzia 268.
Chemung-Gruppe 10.
Chilopoden 349.
Chimaeren 365, 378.
Chinchilla 427.
Chiroptera 418, 420.
Chirotherium 385.
Chiton 261.
Chlamydotherium 425.
Chloropbyceen 12.
Chondria 20.
Chondrites 20.
Chondropterygii 360.
Chondrostei 371.
Chonetes 213.
Choristoceras 305.

Cidaridae 148, 160.
Cidaris 149, 159, 160.
Cidaroidea 148.
Cincinnati-Gruppe 10.
Cinctae 222.
Cingularia 27.
Cinulia 270.
Cirripedia 332, 335, 343.
Cladodus 361.
Cladophyllia 123.
Clathraria 45.
Clathrodictyum 134.
Clathropteris 37.
Clausilia 275.
Clavellatae 236.
Clavularia 111.
Clavulina 67.
Clidastes 395.
Climacograptus 140.
Climacospongia 91.
Clinton-Gruppe 10.
Cliona 91.
Clupeoidei 374, 375, 379, 380.
Clymenia 292, 300, 319.
Clymenien-Stufe 10.
Clymeniidae 300.
Clypeaster 154, 159, 160.
Clypeastridae 154, 159.
Clypeus 156.
Cnemidiastrum 92.
Coblenzschichten 10.
Coccolithen 21.
Coccosphaeren 21.
Coccosphaeridae 20.
Coccosteidae 377, 378.
Coccosteus 378.
Cochliodus 365.
Cochloceras 306.
Codaster 198.
Codiaceae 13.
Codium 13.
Coelacanthus 369.
Coelenterata 60, 98.
Coelenterata, Geol. Verbreitg. 110.
Coeloceras 289.
Coeloptychium 86.
Coenograptus 138.
Coenosphaera 76.
Coenothyris 222.
Cognac-Stufe 8.
Coleoptera 349.
Collyritidae 156.
Collyritis 156, 159, 160.
Colossochelys 393.
Comatula 186.
Compsognathus 405.
Conchifera 224.
Conchypeus 153, 159, 160.
Condylarthra 429, 433, 437.
Congeria 249.
Congerien-Schichten 8.
Coniacien 8.
Conidae 263.
Coniferae 48, 51.
Coniferenhölzer 55.
Conocardium 231.
Conoclypeidae 153, 159, 160.
Conocoryphe 340.
Conodonten 331.
Contorta-Schichten 9.
Conularia 276.
Conularida 276.
Conus 263.
Copepoda 332.
Corallinaceae 12, 18.
Coralliodendron 14.
Coralliopsidae 211, 214, 223.
Corallium 103.
Corbis 241.
Corbula 231.
Cordaianthus 57.
Cordaitaceae 48, 56.
Cordaites 56.
Corniferous-Gruppe 10.
Cornuspira 63.
Coronati 316.
Corynepteris 32, 34.
Coryphodon 429, 448.
Coscinocyathus 98.
Coscinopora 86.
Cosina-Schichten 8.
Cosmoceras 318, 319.
Costata 173.
Costatae 235.
Crania 210, 223.
Craniacea 208, 210.
Crassatella 238.
Craticularia 85.
Credneria 59.
Creodontia 420, 448.
Crinoidea 142, 166.
Crinoidea, Geol. Verbreitg. 187.
Crioceras 293, 319.
Cristellaria 67, 75.
Crocodilia 386, 395, 408, 409.
Crocodilidae 397.
Crossopterygii 361, 367, 368, 379, 380.
Crossotheca 32, 34.
Crustacea 333.
Cryptobranchus 381.
Cryptocyclica 172, 182, 187.
Cryptodira 391, 392.
Cryptostomata 202.
Cryptozonia 162.
Ctenodipterini 368.
Ctenophora 99.
Ctenopteris 35.
Ctenostreon 253.
Cuboides-Schichten 10.
Cucullaea 232.
Cuise-Stufe 8.
Cultrijugatus-Stufe 10.
Cupressineae 52.
Cupressinoxylon 55.
Cupressocrinus 181.
Cupressus 52.
Cuseler-Schichten 10.
Cyathaxonia 118.
Cyathea 29.
Cyatheaceae 29.
Cyathocrinacea 178, 180 187.
Cyathocrinoidea 180.
Cyathocrinus 181.
Cyathophyllidae 115, 120, 122, 125, 126, 127.
Cycadaceae 35, 39, 40, 41, 48.
Cycaditen 49.
Cyathophyllum 120.
Cycadofilices 39.
Cycadoidea 50.
Cycaditen 49.
Cycas 49.
Cyclas 239.
Cyclopteris 35.
Cyclobranchia 261.
Cyclolites 125.
Cyclolitidae 115, 125, 127.
Cyclolobus 303, 309.
Cyclopteris 35.
Cyclostigma 44.
Cyclostoma 266.
Cyclostomata 202.
Cyclostomidae 266.
Cylindrophyma 93.
Cymopolia 14.
Cynopithecidae 447.
Cypellia 86.
Cyphosoma 151, 160.
Cypraea 273.
Cypricardia 239.
Cypridina 334.
Cypridinen-Schiefer 10.
Cyprina 239.
Cyprinacea 234, 239.
Cypriniden 375.
Cypris 334.
Cyrena 239.
Cyrenenmergel 8.
Cyrenidae 239, 257.
Cyrtidae 77, 78, 79.
Cyrtina 218.
Cyrtoceras 283.
Cyrtocrinus 186.
Cyrtolites 264.

Cystechinoidea 201.
Cystechinus 157.
Cystideenkalk 10.
Cystipllidae 115, 122, 127.
Cystiphyllum 122.
Cystispongia 87.
Cystoblastus 198.
Cystocrinoidea 201.
Cystoholothurioidea 201.
Cystoidea 142, 188, 191.
Cystoidea, Bedeutung 200.
Cystostelleroidea 201.
Cytaster 192.
Cytherea 240.

## D.

Dachsteinkalk 9.
Dacosaurus 398.
Dactylioceras 316.
Dactylopora 15.
Dactylotheca 33.
Dadoxylon 55.
Dalmania 342.
Danaea 36.
Danien 8.
Daonella 251.
Dapedius 372.
Dasycladaceen 14.
Dasypoda 424.
Dasypus 424.
Dasyuridae 416.
Datocrinus 184.
Davoëi-Schichten 9.
Dawsonia 382.
Decapoda 330, 333, 343, 344, 348.
Defrancia 202.
Delphine 418.
Demospongiae 82, 88.
Dendrodus 369.
Dendrograptidi 137, 140, 141.
Dendrophyllia 124.
Dentalium 277.
Descendenz 1.
Desmoceras 318.
Desmodonta 227, 229, 256, 257.
Devonformation 10.
Diadematidae 149, 150, 160.
Diatomaceae 3, 12, 331.
Diceras 243.
Dichograptidi 137, 138, 141.
Dichobune 441.
Dichograptus 138.
Dichoporita 192, 194, 201.
Diclonius 407.
Dicotyledoneae 59.
Dictyonema 137.
Dicranophyllum 56.
Dictyocha 79.
Dictyochidae 78.
Dictyonema-Schiefer 10.
Dictyonina 81, 84, 85, 93, 94.
Dictyophyllum 37.
Dictyophyton 85.
Dictyopterides 30, 37.
Dictyothyris 221.
Dictyoxylon 47.
Dicyclica 172, 178, 187.
Dicynodon 401.
Didelphyidae 415, 416, 449.
Didelphys 416.
Didymograptus 138.
Dimorphodon 399.
Dimyidae 254.
Dinoceratidae 429.
Dinornis 410.
Dinornithidae 410.
Dinosauria 387, 396, 402, 408, 409.
Dinotheriensand 8.
Dinotheriidae 430.
Dinotherium 430.
Diphyae 221.
Diphyakalk 9.
Diplobune 441.
Diplodocus 405.
Diplograptidae 137, 139, 141.
Diplograptus 136, 140.
Diplopoda 349.
Diplopora 16.
Diploporita 192, 197, 201.
Diplotrypa 109.
Dipnoi 361, 367, 379, 380.
Dipodidae 427.
Diprotodon 417.
Diprotodontia 415, 416.
Diptera 349.
Dipterus 368.
Discidae 76, 77, 79.
Discina 210, 223.
Discinacea 208, 210.
Discoidea 153, 160.
Discopteris 32.
Djulfa-Schichten 10.
Docoglossa 261.
Doedicurus 425.
Dogger 9.
Dolichosoma 383.
Doliolina 70.
Dordogne Stufe 8.
Doryderma 91.
Dreissensiomya 249.
Drepanodus 331.
Dromatherium 416.
Dryolestes 416.
Dryopithecus 447.

## E.

Ecardines 208, 209.
Echinidae 149, 151.
Echinobrissus 155, 159, 160.
Echinocaris 333.
Echinoconidae 152, 159.
Echinoconus 153, 160.
Echinocorys 157.
Echinocystis 146.
Echinodermata 60, 141.
Echinoëncrinus 195.
Echinoidea 142, 143, 201.
Echinoidea, Geolog. Verbreitg. der 159.
Echinolampas 156, 159, 160.
Echinolampidae 156, 160.
Echinoneidae 155, 160.
Echinospatangus 157.
Echinosphaerites 194.
Echinus 152, 160.
Echsen 356, 386.
Edentata 418, 424, 449.
Edrioaster 193.
Edrioasteroidea 191, 192, 201.
Eibe 52.
Eichhörnchen 426.
Eidechsen 394.
Eintagsfliegen 349.
Elasmobranchii 360, 379.
Elasmostoma 96.
Elasmotherium 435.
Elefanten 430.
Elephantidae 430.
Elephas 432, 449.
Eleutherozoa 188.
Ellipsactinia 132.
Elonichthys 370.
Emarginula 261.
Emscher 8.
Emydae 393.
Enallohelia 118.
Encephalartiten 50.
Encephalartos 49.
Encrinasteriae 162, 165.
Encrinus 182, 187.
Endoceras 282.
Entomis 334.
Eocän 8.
Eogen 8.
Eophyton 128.
Eophyton-Sandstein 10.
Eozoische Periode Eozoicum 6.
Equidae 434, 437, 449.
Equisetaceae 22.
Equisetales 22.
Equisetites 23.

Equisetum 23, 24, 25.
Equus 438, 449.
Erhaltungszustand der Fossilien 3.
Erhaltungszustand der Pflanzen 3.
Erhaltungszustand der Tiere 4.
Erinaceidae 420.
Erloschene Formen 1.
Errantia 331.
Eryon 344.
Eryonidae 345.
Eryops 384.
Esino-Dolomit 9.
Esociden 375.
Estheria 334.
Eublastoidea 198.
Eucalamites 25.
Eucalyptocrinus 176.
Eudesia 222.
Eudoxus-Schichten 9.
Euganoidei 367, 371, 379, 380.
Eugeniacrinus 186.
Euichthyes 360, 366, 380.
Eulima 268.
Euomphalacea 260, 264.
Euomphalus 264.
Euplectella 84.
Eupsammidae 115, 124.
Euryalae 161, 165.
Eurydesma 255, 256.
Eurypterida 346.
Eurypterus 347.
Eurysternum 393.
Eu-Sigillariae 45.
Eusporangiate Farne 29.
Eusuchia 396, 397.
Eutaxicladina 88, 93.
Evertebrata 60.
Exogyra 255.

## F.

Fabularia 65.
Farne 11, 21, 22, 27.
Faultiere 424.
Favosites 106.
Favositidae 104, 105, 110.
Favularia 44.
Faxekalk 8.
Felidae 423.
Felis 423.
Fenestella 202.
Fichte 55.
Filicales 22, 27.
Fische 356, 357.
Fische. Geolog. Verbreitg. 379.
Fischsaurier 387.
Fissipedia 420, 421.
Fissurella 261.
Fissurellidae 261.
Flabellum 117.
Flammenmergel 8.
Flechten 11, 12.
Fledermäuse 418, 420.
Flexibilia 179.
Fliegen 349.
Flugvögel 409.
Föhre 55.
Foraminifera 61.
Foraminiferen, Geolog. Verbreitg. 74.
Formationen 7.
Fossilien 1.
Fossilien, Erhaltungszustand der 3.
Frondicularia 67.
Froschlurche 380.
Fuchs 422.
Fucoiden-Sandstein 10.
Fusidae 274.
Fusulina 70, 75.
Fusulinenkalk 10.
Fusulinidae 63, 70.
Fusus 274.

## G.

Galeocerdo 364.
Galeolaria 331.
Galerites 153.
Galesaurus 402.
Gallertschwämme 81.
Gangamopteris 37.
Ganocephala 381, 383.
Ganoideen 366, 378, 379.
Garneelen 345.
Garonne-Stufe 8.
Gastrioceras 299.
Gastropoda 224, 257.
Gastropoda, Geol. Verbreitg. der 277.
Gault 8.
Gaviale 397.
Gavialidae 397.
Gefäßkryptogamen 11, 21.
Gelocus 442.
Genabacia 125.
Genesee-Gruppe 10.
Geocoma 165.
Georgia-Gruppe 10.
Geoteuthis 328.
Gephyroceras 298.
Gervillia 250.
Gigantostraca 333, 346, 348.
Gingko 55.
Gingkoaceae 55.
Gipskeuper 9.
Giraffen 443.
Girvanella 13.
Glaciale Bildungen 8.
Gleicheniaceae 29, 32.
Gliedertiere 60, 332.
Globigerina 68.
Globigerinidae 63, 68.
Globosi 309.
Glossopteris 37.
Glossopteris-Flora 37.
Glyphaeidae 345.
Glyphioceras 299, 301, 303.
Glyphostomata 145, 149.
Glypticus 151, 160.
Glyptodon 425.
Glyptodontia 425.
Glyptosphaerites 197.
Glyptostrobus 54.
Gnathostomata 145, 152.
Gomphoceras 283, 320.
Goniaster 162.
Goniatiten 297.
Goniatiten-Stufe 10.
Goniopholis 397.
Goniophyllum 117.
Goniopteris 33.
Gorgoniden 102, 103.
Gosau-Schichten 8.
Gotländerkalk 10.
Gotograptus 140.
Grammysia 229.
Grantocrinus 199.
Graptolithen 136.
Graptolithen, Vorkommen und zeitliche Verbreitg. 140.
Graptolithen-Schiefer 10.
Graptoloidea 130, 136.
Graptus-Schiefer 10.
Gravigrada 424, 425.
Grenzdolomit 9.
Grès de Beauchamp 8.
Gresslya 230.
Großoolith 9.
Grünalgen 12.
Grünsand 8.
Gryphaea 255.
Gryphitenkalk 9.
Grypotherium 426, 449.
Gshel-Stufe 10.
Gürteltiere 424, 448, 449.
Gymnoblostea 129, 130.
Gymnospermae 40, 41, 47, 48.
Gyroceras 284.
Gyrodus 371.
Gyrolepis 370.
Gyroporella 17.

## H.

Hadrosaurus 407.
Haeringe 375.
Haie 363.
Halbaffen 446.
Halicore 445.
Halimeda 14.
Haliotis 263.
Halitherium 446.
Hallstätterkalk 9.
Halobia 251.
Halonia 42.
Halsberger 391.
Halswender 391.
Halysites 105.
Halysitidae 104. 105.
Hamilton-Gruppe 10.
Hamites 293, 312.
Hammatoceras 314.
Hamster 427.
Haploceras 296, 314.
Haplocrinus 172.
Harpactocarcinus 345.
Harpoceras 314.
Harpoceratidae 296, 302, 303, 313.
Hartgebilde 4.
Hasen 427.
Hatteria 393.
Hauptdolmit 9.
Hauptrogenstein 9.
Hauterive Stufe 8.
Hawlea 33.
Hechte 375.
Heldenberg-Gruppe 10.
Heliastraea 124.
Helicidae 275.
Heliolites 109, 110.
Heliolitidae 104, 109, 110, 111.
Heliopora 103, 110, 411.
Helioporidae 110.
Helix 275.
Helladotherium 443.
Helvetische-Stufe 8.
Hemiaspidae 346.
Hemiaster 159, 160.
Hemicardium 241.
Hemicidaris 150, 159, 160.
Hemicosmites 196.
Hemicystites 192.
Hemiostraca 301, 303, 306.
Hemipatagus 159.
Hemiptera 349.
Hesperornis 410.
Heterangium 40.
Heteraster 158, 160.
Heterastridium 132.
Heterocerci 367, 370, 380.
Heterocrinus 173.
Heterodiceras 243.
Heterodonta 226, 229, 233, 257.
Heterometabola 349.
Heteromyaria 250, 256.
Heteropoda 264, 278.
Heterostraca 302, 303, 312, 319, 321.
Heterotrypa 109.
Heuschrecken 349.
Hexacoralla 114, 127.
Hexacrinus 175.
Hexactida 81.
Hexactinellidae 82, 83.
Hexapoda 332, 349.
Hilssandstein 8.
Hils-ton u. -conglomerat 8.
Hindia 88.
Hinnites 254.
Hipparion 438, 449.
Hippidium 439.
Hippopodium 249.
Hippopotamus 440, 447, 449.
Hippuritenkreide 8.
Hippurites 247.
Hippuritidae 245, 246.
Hirsche 442, 443.
Höhlenbär 422, 447.
Holaster 157, 160.
Holcospongia 96.
Holectypus 152.
Holocephali 361, 365, 380.
Holopocrinacea 183, 185, 187.
Holoptychius 369.
Holopus 185, 187.
Holostomata 145, 146.
Holothurioidea 142.
Homalonotus 342.
Homo 447.
Homoeosaurus 393.
Homomya 230.
Hoplites 316, 318, 319, 322.
Hoplophorus 425.
Hornschwämme 81.
Huftiere 418, 428, 448.
Hummer 345.
Humphriesi-Schichten 9.
Hundaffen 447.
Hunde 422.
Hundsrückschiefer 10.
Huttonia 27.
Hyaemoschus 442.
Hyaena 423.
Hyaenidae 423.
Hyaenodon 421.
Hyaenodontidae 421.
Hyalonema 84.
Hyalostelia 84.
Hyalotragos 92.
Hybobontidae 363.
Hyboclypeus 155.
Hybodus 363.
Hydractinia 131.
Hydrobia 266.
Hydrocorallinae 129, 130.
Hydromedusites 128.
Hydrozoa 99, 129.
Hymenocaris 333.
Hymenoptera 349.
Hymenophyllaceae 29.
Hyocrinacea 172, 187.
Hyocrinus 173.
Hyolithes 276.
Hyopotamus 440, 442.
Hyotherium 441.
Hyperodapedon 393.
Hypoparia 339.
Hyracotherium 437, 449.
Hystricomorpha 426.
Hysterolithes 212.

## I. J.

Jason-Schichten.
Ibergerkalk 10.
Ichthyocrinacea 178, 179, 187.
Ichthyornis 410.
Ichthyosauria 386, 387, 408, 409.
Ichthyosaurus 389.
Ichthyotomi 361.
Jerea 90.
Jereica 93.
Igel 420.
Iguanodon 407.
Iguanodontidae 406.
Illaenus 341.
Imperforata 61, 62, 63.
Inadunata Fistulata 180.
Incalcarea 80, 81.
Incalcarea, Geol. Verbreitung 93.
Infusorienerde 13.
Inkrustieren 3.
Inoceramidae 250, 251, 257.
Inoceramus 251.
Inozoa 95, 96, 98.
Insecta 332, 349.
Insectivora 416, 418, 419, 448.
Insektenfresser 416, 418, 419, 448.
Integripalliata 226.
Interglaciale Bildungen 8.
Intumescens-Schichten 10, 298.
Joannites 310.
Irregularia 145, 152.

Isastraea 123.
Ischadites 129.
Ischyodus 365.
Isis 103.
Isoëtaceae 41.
Isomyaria 225, 228, 229, 254, 256.
Isopoda 333, 343, 348.
Juraformation 9.
Jurassische Stufe 9.
Jurensis-Schichten 9.

## K.

Käfer 349.
Kaenguru 417.
Kaenozoische Periode (Kaenozoicum) 6.
Kalkalgen 12.
Kalkalgen, Kalkhüllen der 3.
Kameele 442, 449.
Karbonformation 10.
Karnische Stufe 9.
Karooformation 10, 401, 402.
Karpfen 375.
Kasuar 410.
Katzen 423.
Kelloway-Stufe 9.
Keuper 9.
Kieselalgen 12.
Kieselguhr 13.
Kieselschwämme 81.
Kimmeridge Stufe 9.
Klaus-Schichten 9.
Kloakentiere 415.
Knochenfische 366, 380.
Knorpelganoideen 371.
Knorria 42.
Köcherfliegen 349.
Köcherschwämme 95.
Kößener-Schichten 9.
Kohlenkalk 10.
Koninckella 218.
Koninckina 218.
Koninckinidae 217, 218, 223.
Kopffüssler 224, 278.
Korallen 99.
Krabben 345.
Krebstiere 333.
Kreideceratiten 290, 308, 319.
Kreideformation 8.
Kriechtiere 386.
Krokodile 397.
Kryptogamen 11.
Kulm 10.
Kupferschiefer 10.

## L.

Labyrinthodontia 383.
Labyrinthodontidae 384.
Lacasina 65.
Lacertilia 394, 409.
Lachse 375.
Ladinische-Stufe 9.
Laerche 55.
Laeves 235.
Lagena 67, 75.
Lagenidae 63, 67.
Lagomyidae 427.
Lagomys 427.
Lagostomidae 427.
Lama 442.
Lamellibranchiata 224.
Lamellibranchiata, Geol. Verbreitg. der 256.
Lamna 363.
Lamnidae 363.
Lappenquallen 127.
Laramie Gruppe 8.
Larix 55.
Latimaeandra 123.
Laubmoose 11.
Laufvögel 409, 410.
Leaia 334.
Lebacher-Schichten 10.
Lebermoose 11.
Leda 233.
Leiodermaria 45.
Leiostraca 301, 303, 308.
Leitfossilien 2.
Lemming 427.
Lepadidae 335.
Leperditia 334.
Lepidesthes 148.
Lepidocentrus 148.
Lepidocyclina 74.
Lepidodendraceae 42.
Lepidodendron 42.
Lepidophloios 42.
Lepidophyta 41.
Lepidoptera 349.
Lepidopteris 34.
Lepidosiren 368.
Lepidosteus 371, 373.
Lepidostrobus 42.
Lepidotus 372.
Leporidae 427.
Leptaena 212.
Leptaenakalk 10.
Leptolepis 375.
Leptoria 124.
Leptosporangiate Farne 29.
Lettenkohle 9.
Leucones 96.
Leucosolenia 94.
Lias 9.
Lias-Stufe 9.
Libellen 349.
Librocodrus 52.
Ligérien 8.
Ligurische-Stufe 8.
Lima 253.
Limidae 250, 252, 257.
Limnaeidae 275.
Limnaeus 275.
Limulus 346.
Lingula 209, 223.
Lingulacea 208, 209.
Lingula flags 10.
Lingulella 209.
Lingulepis 209.
Linopteris 35.
Linthia 159, 160.
Lithistida 81, 88, 92, 94.
Lithodendron 123.
Lithodomus 249.
Lithocubus 78.
Lithographicus-Schichten 9.
Lithonina 95, 96, 98.
Lithostrotion 121.
Lithothamnium 18.
Lituites 285, 320.
Lituola 65, 75.
Lituolidae 63, 65.
Littorinella 266.
Littorinidae 265.
Llandeilo 10.
Llandovery 10.
Lobenlinie 279, 289, 320.
Lobites 301, 309.
Loess 8.
Loewe 423.
Loire-Stufe 8.
Lonchopteris 34.
Londonton 8.
Longirostres 397.
Lonsdaleia 121.
Lophiodon 434, 448.
Loricata (Crustacea) 345.
Loricata (Gürteltiere) 424.
Loricula 335.
Loxolophodon 429.
Loxonema 270.
Lucina 241.
Lucinacea 234, 241.
Ludlow 10.
Lungenfische 367, 380.
Lunulites 204.
Lurche 356, 380.
Lycopodiaceae 41.
Lycopodiales 22, 41.
Lycosaurus 401.
Lyginodendron 39.
Lyginopteris 39, 41.
Lysophiurae 165.
Lyssacina 81, 84, 93.

Lytoceras 311.
Lytoceratidae 302, 303, 309, 311, 319, 321.

M.

Machairodinae 424.
Machairodus 424, 449.
Maclurea 264.
Macrauchenia 445.
Macrocephalites 317.
Macrocephalus-Schichten 9.
Macrocheilus 268.
Macrodon 232.
Macropoma 369.
Macrotaeniopteris 36.
Macrura 345.
Mactra 240.
Mactridae 239, 240.
Madrepora 120.
Madreporaria 111.
Madreporaria, Lebensweise u. geol. Verbrtg. 126.
Madreporidae 115, 120.
Mäuse 427.
Malm 9.
Mammalia 356, 412.
Mammut 432, 447, 449.
Manatus 445.
Manis 424.
Manteltiere 60, 330.
Marattia 29, 36.
Marattiaceen 30, 33, 36, 38, 40.
Marattiales 29.
Marcellus-Gruppe 10.
Marder 423.
Margaritatus-Schichten 9.
Marsupialia 415, 449.
Marsupites 180, 187.
Mastodon 430, 449.
Mastodonsaurus 385.
Matoniaceae 29, 37.
Maulwürfe 420.
Meckella 213.
Mecochirus 345.
Meddlicottia 306.
Mediterran-Stufe 8.
Medullosa 41.
Meduse 98, 127.
Medusites 128.
Meerengel 364.
Meerschweinchen 426.
Megalithista 91.
Megalodon 242, 256.
Megalomastoma 266.
Megalosaurus 404.
Megalurus 375.
Megamorina 91.
Megamys 427.
Megaphyllites 310.
Megaphyton 38.
Megatherium 425.
Melania 269.
Melaniadae 269.
Melanopsis 269.
Meletta 375.
Melocrinoidea 175.
Melocrinus 175.
Melonites 147.
Membranipora 204.
Mendola-Dolomit 9.
Menevian-Stufe 10.
Menodus 436.
Mensch 447, 450.
Menschenaffen 447.
Merychippus 438.
Mesozoische Periode (Mesozoicum) 6.
Mesocystis 197.
Metabola 349.
Metacrinus 184.
Metopias 385.
Metriorhynchidae 398.
Miacidae 421.
Michelinia 107.
Micraster 158, 160.
Microdon 372.
Microtestes 417.
Microsolena 126.
Miesmuschel 249.
Miliola 65.
Miliolidae 63.
Miliolinae 64.
Millepora 126, 130.
Milleporidium 126, 131.
Millericrinus 185.
Mimoceras 298.
Miocän 8.
Mixosaurus 388.
Moa 410.
Modiola 249.
Molasse 8.
Mollusca 60, 224.
Molluscoidea 204.
Moltkia 103.
Molukkenkrebs 346.
Monactinellidae 82, 88, 91, 93.
Monoclimacis 140.
Monocotyledoneae 58.
Monocyclica 172, 187.
Monograptidae 137, 139, 141.
Monograptus 139.
Monomyaria 226, 228, 250, 256.
Monopleura 244.
Monopleuridae 244.
Monotis 251.
Monotremata 415, 449.
Monotrypa 109.
Monticulipora 109.
Monticuliporidae 104, 108, 110, 204.
Montlivaultia 122.
Moostiere 60, 201.
Mosasaurus 395.
Moschusochse 444, 450.
Moskau Stufe 10.
Muraeniden 375.
Murchisonae-Schichten 9.
Murchisonia 263.
Murex 274.
Muricidae 274.
Murmeltiere 426.
Murocorallia 114, 116, 127.
Multituberculata 417.
Muschelkalk 9.
Muschelsandstein 8.
Muscheltiere 224.
Mustelidae 423.
Mutation 7.
Mya 231.
Myalina 251.
Myeloxylon 41.
Myidae 231.
Myliobatis 364.
Mylodon 426.
Myoconcha 249.
Myodes 427.
Myomorpha 427.
Myophoria 234.
Myoxidae 426.
Myriapoda 332, 349.
Mysidioptera 252.
Mystriosaurus 398.
Mytilacea 229, 248, 256.
Mytilidae 249, 257.
Mytilus 249.

N.

Nadelhölzer 51.
Nagetiere 418, 426, 448, 449.
Nasellaria 76, 77.
Nashorn 435, 449.
Nassa 273.
Natantia 345.
Natica 267.
Naticella 267.
Naticidae 267.
Naticopsis 267.
Nautilidae 284.
Nautiloidea 281, 319.
Nautiloidea, Geolog. Verbreitg. 287.
Nautilus 278, 286.

Navicula 12.
Nebalia 333.
Neocom 8.
Neogen 8.
Neomeris 15.
Neoplagiaulax 418.
Nerinea 271.
Nerita 267.
Neritina 267.
Nesodon 445.
Neuroptera 349.
Neuropterides 30, 35.
Neuropteridium 35.
Neuropteris 35, 41.
Niagara-Gruppe 10.
Nilpferd 440, 449.
Nilssonia 50.
Nodosaria 67, 75.
Nodosuskalk 9, 304.
Norische-Stufe 9.
Nothosaurus 389.
Notidanidae 363.
Notidanus 363.
Nucleatae 221.
Nucleocrinus 199.
Nucleolitidae 155.
Nucula 232.
Nuculidae 232.
Nudibranchia 270.
Numismalis-Schichten 9.
Nummulina 72.
Nummulinidae 63, 70.
Nummuliten-Schichten 8.
Nummulites 71, 75.

## O.

Obolus 210, 223.
Obolus-Sandstein 10.
Obtusus-Schichten 9.
Octopoda 321.
Oculina 118.
Oculinidae 115, 118.
Odontolcae 410.
Odontopterides 30, 35.
Odontopteris 35, 41.
Odontopteryx 409.
Odontornae 410.
Oenonites 331.
Oesel-Schichten 10.
Okapi 443.
Olenellus 341.
Olenellus-Stufe 10.
Olenus 340.
Olenus-Stufe 10.
Oligocän 8.
Oligocarpia 32.
Omphyma 121.
Onondaga-Gruppe 10.
Onychaster 165.
Opalinus-Schichten 9.
Operculina 71, 75.
Ophiceras 303, 304.
Ophidia 394, 409.
Ophidioceras 284.
Ophiocten 165.
Ophioglossales 29.
Ophioglossum 29.
Ophiurae 164, 165.
Ophiuroidea 142, 163, 165. 166.
Opisthobranchiata 269. 275.
Opisthoparia 339, 340.
Oppelia 314, 320.
Orbitoides 73, 75.
Orbitremites 199.
Orbitulina 66.
Orbitulinidae 63, 66.
Orbitulites 64.
Orbulina 68.
Ordovicium 10.
Oreodon 441.
Oreodontidae 441, 449.
Oriskany-Gruppe 10.
Ornaten-Ton 9.
Ornati 317.
Orthis 211, 223.
Orthoceras 282, 323, 329.
Orthoceren-Kalk 10.
Orthonychia 268.
Orthophragmina 74.
Orthopoda 403, 406, 408.
Orthoptera 349.
Orthothetes 212.
Orycteropus 424.
Osmeroides 374.
Osmunda 29.
Osmundaceae 29, 35.
Osteolepis 369.
Ostracoblabe 20.
Ostracoda 332, 334, 343.
Ostrea 228, 255.
Ostreidae 250, 254, 256.
Otoceras 303, 304.
Otoceras-Schichten 10.
Otodus 363.
Otozamites 50.
Otter 423.
Ottweiler-Schichten 10.
Oudenodon 401.
Ovibos 444.
Ovopteris 32.
Ovulites 14.
Oxford-Stufe 9.
Oxygurus 264.
Oxynoticeras 307.
Oxynotus-Schichten 9.
Oxyrhina 363.

## P.

Paarhufer 429, 439.
Paarzeher 429, 439.
Pachycardia 238.
Pachycormus 374.
Pachynolophus 437.
Pachyodonta 227, 228, 234, 242, 256.
Pachypora 107.
Pachyteichisma 86.
Palaëchinus 147.
Palaeoconchen 228.
Palaeodictyoptera 349.
Palaeodiscus 146.
Palaeohatteria 393.
Palaeomastodon 430.
Palaeomeryx 443.
Palaeoniscidae 370.
Palaeoniscus 370.
Paläontologie,Gegenstand und Ziele 1.
Palaeoporella 18.
Palaeostachya 27.
Palaeosyops 435.
Palaeotherium 437, 449.
Paläozoische Periode (Palaeozoicum) 6.
Palapteryx 410.
Palechinoidea 144, 146.
Paleocän 8.
Palmatopteris 31.
Palmen 58.
Palmenholz 58.
Palmoxylon 58.
Paludina 265.
Paludinen-Schichten 8.
Paludinidae 265.
Pampaslehm 8.
Panopaea 230.
Pantotheria 416.
Panzerechsen 395.
Panzerfische 376.
Paradoxides 341.
Paradoxides-Stufe 10.
Paramorphose 4.
Parasmilia 117.
Parasuchia 396.
Pareiosauria 401, 408.
Pareiosaurus 401.
Pariser Grobkalk 8.
Pariser-Stufe 8.
Parkeria 132.
Parkinsonia 316.
Parkinsoni-Schichten 9.
Partnach-Schichten 9.
Paxillosi 326.
Patella 261.
Patellacea 260, 261.
Pecopterides 30, 32.
Pecopteris 33, 38.

Pecten 253.
Pectinatae 235.
Pectinidae 250, 253, 257.
Pectunculus 232.
Pedina 152, 160.
Pelecypoda 224.
Pelmatozoa 188.
Peltastes 150.
Peltoceras 316.
Pelycosauria 401, 416.
Pemphix 345.
Penaeus 345.
Peneroplinae 64.
Penicillus 14.
Pennatuliden 102.
Pennipedia 9.
Pentacrinacea 183, 187.
Pentacrinus 183, 187.
Pentameracea 209, 215, 223.
Pentamerus 215.
Pentremites 199.
Perarmatus-Schichten 8.
Perforata 61, 62, 66, 127.
Pericyclus 299.
Perioden 6.
Perischoëchinoidea 147.
Perisiphoniden 135.
Perisphinctes 296, 316.
Perissodactyla 429, 433, 434.
Permformation 10.
Perna 251.
Peronidella 96.
Petalospyris 78.
Petrafakten, -kunde 1.
Petrostroma 95.
Pflanzenreich, Einteilung 11.
Pflanzen, Geologische Verbreitung der 59.
Pfeifhasen 427.
Pferde 437, 447, 449, 450.
Pferdespringer 427.
Phacops 342.
Phaeodaria 76, 78.
Phanerogamen 11. 47.
Phaneropleuron 368.
Phanerozonia 162.
Pharetrones 80, 95, 98.
Phascolotherium 416.
Phenacodus 434.
Phillipsastraea 125.
Phillipsastraeidae 115, 125, 127.
Phillipsia 341.
Pholadella 230.
Pholadomya 230, 231.
Pholas 231.
Pholidophorus 373.
Pholidops 211.
Phragmoceras 283.
Phyllocarida 332, 333, 343.
Phylloceratidae 302, 303, 309, 310, 319, 321.
Phyllograptus 138.
Phyllopoda 332, 334, 343.
Phyllotheca 24.
Phymosoma 151.
Physoclisti 367, 375, 380.
Physoporella 17.
Physostomi 367, 374.
Picea 55.
Piloceras 282.
Pilze 11, 12.
Pinacoceras 307.
Pinacoceratidae 301, 303, 306, 319.
Pinites succinifera 55.
Pinus 55.
Pisces 356, 357.
Pisolithenkalk 8.
Pithecanthropus 447.
Pityoxylon 55.
Placentalia 415, 418.
Placocystites 194.
Placodermi 360, 376. 378, 379, 380, 381.
Placodontia 402, 408.
Placodus 402.
Placophora 260, 261.
Placosmilia 117.
Plaenermergel 8.
Plagiaulax 418.
Plagiodontes Schloß 226, 256.
Plagioptychus 245.
Planorbis 275.
Planorbis-Schichten 9.
Planulati 316, 317, 318,
Plasmopora 109.
Platecarpus 395.
Platinistidae 419.
Platychelys 393.
Platycrinacea 172, 174, 187.
Platycrinus 175.
Platyrhini 446.
Platysomidae 371.
Platysomus 371.
Plesiochelys 392.
Plesiosaurus 389.
Pleuracanthus 361.
Pleurobranchia 270.
Pleuroceras 308.
Pleurocystites 195.
Pleurodictyum 106.
Pleurodira 391, 392.
Pleuromoia 46.
Pleuromya 230.
Pleurosternon 392.
Pleurotoma 263.
Pleurotomaria 262.
Pleurotomariidae 262.
Pleurotomidae 263.
Plicatula 254.
Pliocän 8.
Pliohippus 438.
Pliopithecus 447.
Plocoscyphia 87.
Plumulariden 135.
Pocilloperidae 119.
Polymorphina 67.
Polypen 60. 98.
Polyplacophora 261.
Polypodiaceae 29. 34.
Polypodium 29.
Polyprotodontia 415. 416.
Polypterus 369. 370.
Polystomella 70.
Polytremacis 110.
Polyzoa 201.
Pontische-Stufe 8.
Popanoceras 309.
Porambonites 215.
Porcellia 264.
Porites 120.
Poritidae 115, 119, 127.
Porocrinus 180.
Porosphaera 96.
Portage-Gruppe 10.
Portland-Stufe 9.
Posidonien-Schichten 9.
Posidonomya 251, 334.
Poteriocrinoidea 181.
Poteriocrinus 182.
Potsdam-Gruppe 10.
Primates 418, 446.
Primordial 10.
Prioniodus 331.
Pristiograptus 139.
Proboscidea 429, 430, 448, 449.
Prodromites 299, 303.
Productella 213.
Productidae 211, 213.
Productus 213.
Productus-Kalk 10.
Prolecanites 299, 303.
Pronorites 299. 301.
Proparia 339, 342.
Proselachii 316. 379.
Prosimiae 446.
Prosopon 345.
Protalcyonaria 102.
Protaster 165.
Proterosauridae 393, 408.
Proterosaurus 393.
Protoblastoidea 198.
Protocardia 241.
Protohippus 438.
Protopharetra 98.
Protophiurae 165.
Protopterus 368.

Protospongia 85.
Protozoa 21, 60.
Protriton 382.
Provence-Stufe 8.
Proviverra 420.
Proviverridae 420.
Psammochelys 392.
Psammodus 365.
Psaronius 38, 40.
Pseudodiadema 150, 159, 160.
Pseudomelania 268.
Pseudomonotis 250.
Pseudomorphose 4.
Pseudosuchia 396.
Psiloceras 313.
Psilonoten-Schichten 313.
Psilotaceae 41.
Pteranodon 400.
Pteranodontidae 399, 400.
Pteraspidae 377.
Pteraspis 377.
Pterichthys 378.
Pteridophyta 11, 21.
Pterinea 249.
Pterocera 273.
Pterodactylidae 399, 400.
Pterodactylus 400.
Pterodon 421.
Pterophyllum 50.
Pteropoda 260, 276, 278.
Pterosauria 386, 398, 408, 409.
Pterygotus 348.
Ptychites 307.
Ptychocarpus 33.
Ptychodus 365.
Pullenia 74.
Pulmonata 260, 274.
Pulvinulina 68, 69.
Pupa 275.
Pupidae 275.
Purbeck 9.
Purpuriniden 263.
Pycnodontidae 371.
Pycnodus 372.
Pygaster 153.
Pygope 221.
Pymopolia 14.
Pyramidellidae 268.
Pyrina 155, 160.
Pyrotherium 430.
Pythonomorpha 394, 409.

## Q.

Quadersandstein 8.
Quadratae 236.
Quadrupeda 356.
Quallen 60.
Quartär 8.
Quastenflosser 368.
Quinqueloculina 65.

## R.

Rachiglossa 273.
Radiata 60.
Radiolaria 61, 75.
Radiolarien, Geolog. Verbreitg. 79.
Radiolites 246.
Radiolitidae 245.
Raja 357.
Raibler-Schichten 9.
Raricostatus-Schichten 9.
Rastrites 139.
Rastritidae 137, 139, 141.
Ratitae 409, 410.
Raubanneliden 331.
Raubtiere 418, 420, 448.
Rauracien 9.
Receptaculites 129.
Receptaculitidae 128.
Red Crag 8.
Regularia 143, 145, 146.
Reineckia 316.
Renntier 444, 449, 450.
Rensselaeria 219.
Reptilia 356, 381, 386.
Reptilien, Geolog. Verbreitung der 408.
Requienia 243.
Retiograptidae 137, 140, 141.
Retiolites 140.
Retzia 219.
Rhabdoceras 306.
Rhabdocidaris 149, 159, 160.
Rhabdolithen 21.
Rhachiopteris 40.
Rhacophyllites 310.
Rhacopteris 30.
Rhaetische-Stufe 9.
Rhamphorhynchidae 399.
Rhamphorhynchus 399.
Rhinobatis 365.
Rhinoceros 435, 449.
Rhinocerotidae 434.
Rhipidocrinus 178.
Rhizodus 369.
Rhizomorina 92, 94.
Rhizophyllum 116.
Rhizopoda 60.
Rhizostomites 127.
Rhodea 31.
Rhodocrinacea 178, 187.
Rhodophyceen 12, 20.
Rhopalastrum 77.
Rhynchocephala 386, 393.
Rhynchodontidae 373.
Rhyncholithes 287.
Rhynchonella 216, 223.
Rhynchonellacea 209, 216, 223.
Rhynchonellina 217, 223.
Rhynchoteuthis 287.
Rhytidolepis 45.
Rhytina 445.
Richthofenia 215.
Ricnodon 383.
Riesenechsen 402.
Riesenfaultiere 424, 425, 448, 449.
Riesengürteltiere 425.
Riesenhirsch 443, 449.
Riesennager 427, 449.
Rinder 442, 444.
Rochen 363, 364.
Rodentia 418, 426.
Röth 9.
Rostellaria 273.
Rotalgen 12, 20.
Rotalia 69, 75.
Rotalidae 63, 68.
Rotliegendes 10.
Rotomagien 8.
Rotularia 331.
Rouen-Stufe 8.
Ruderschnecken 276.
Rudistae 245, 256.
Rüsseltiere 430.

## S.

Saarbrückener-Schichten 10.
Sabal 58.
Sables de Bracheux 8.
Sables de Cuise 8.
Sables de Fontainebleau 8.
Sables moyens 8.
Saccamina 65.
Saccocoma 174, 187.
Saeugetiere 356, 412.
Saeugetiere, Geolog. Verbreitung 448.
Saintogne-Stufe 8.
Salenia 149, 160.
Salenidae 149, 201.
Salmoniden 375.
Santonien 8.
Sarmatische-Schichten 8.
Saurodontidae 373.
Sauromorpha 381, 383.
Sauropoda 403, 405, 408.
Sauropterygia 386, 389, 408, 409.
Saurura 411.

Sauzei-Schichten 9.
Scacchinella 215.
Scaphites 293, 319, 322.
Scaphoideae 236.
Scaphopoda 277.
Schachtelhalme 11, 22.
Schafe 444.
Schaben 349.
Schichtgesteine 5.
Schildkröten 390.
Schilfsandstein 9.
Schizaeaceae 29, 34.
Schizaea 29.
Schizaster 159.
Schizodonta 227, 234.
Schizodus 234.
Schizoneura 24.
Schizostomata 260, 261, 277.
Schlangen 394.
Schlangensaurier 394.
Schlauchalgen 12, 13.
Schlerndolomit 9.
Schlier 8.
Schloenbachia 318.
Schlotheimia 316.
Schmalzüngler 273.
Schmelzschupper 366.
Schmetterlinge 349.
Schneckentiere 224, 257.
Schoharie-Gruppe 10.
Schrattenkalk 8.
Schwämme 60, 79.
Schwagerina 70, 75.
Schwagerinen-Stufe 10.
Schwanzlurche 380.
Schweine 440.
Sciuridae 426.
Scleractiniae 111.
Scolecopteris 33, 38.
Scutella 155, 159, 160.
Scymnus 357.
Scyphomedusae 127.
Scyphozoa 99.
Sedentaria 331.
Sedimentgesteine 5.
Seegurken 142.
Seeigel 143.
Seekatzen 365.
Seekühe 429, 445.
Seeschwämme 79.
Seewalzen 142.
Seißer-Schichten 9.
Selachii 360, 363, 379, 380.
Selaginellaceae 41.
Selenodontia 439, 441.
Semionotus 372.
Sémur-Stufe 9.
Senftenbergia 34.
Senon 8.
Sepia 328.
Septarienton 8.
Septocorallen 115, 120.
Sequan 9.
Sequoia 54.
Serolis 344.
Serpula 253, 331.
Sertulariden 135.
Siebenschläfer 426.
Siegelbäume 42.
Sigillaria 44.
Sigillariaceae 42, 44.
Sigillarien-Stufe 46.
Sigillariostrobus 46.
Silurformation 10.
Siluriden 375.
Simiae 446.
Simiidae 447.
Sinuata 261.
Sinupalliata 226.
Siphoneae 12, 13.
Siphoneae verticillatae 14.
Siphonia 90.
Siphonocrinus 178.
Siphonostomata 260, 272, 278.
Siphonotreta 210, 223.
Sirenia 429, 445.
Sirenoidea 367.
Sivatherium 443, 449.
Skorpione 348.
Skulptur-Steinkern 5.
Smilodon 424.
Solanocrinus 186.
Solarium 264.
Soricidae 420.
Sosio-Schichten 10.
Sowerbyi-Schichten 9.
Spaltpilze 21.
Spatangen-Kalk
Spatangidae 157, 159, 160.
Sphaecocodium 13.
Sphaeridae 76, 79.
Sphaerocrinus 180.
Sphaerodontidae 372.
Sphaerodus 372.
Sphaeronites 197.
Sphaerosomatites 78.
Sphenodiscus 307.
Sphenodon 393.
Sphenophyllaceae 22, 27.
Sphenophyllostachys 27.
Sphenophyllum 25, 27.
Sphenopterides 30, 31.
Sphenopteridium 30.
Sphenopteris 31, 39, 40.
Sphinctozoa 95, 97, 98.
Spinatus-Schichten 9.
Spinnen 348.
Spirifer 218.
Spiriferacea 209, 217, 223.
Spiriferen-Sandstein 10.
Spiriferidae 217, 223.
Spiriferina 218.
Spiroceras 319.
Spirorbis 331.
Spirocyathus 98.
Spirula 328.
Spirulirostra 328.
Spitzmäuse 420.
Spondylus 254.
Spongia 60, 79.
Spongia, Geol. Verbreitung 93, 98.
Spongilla 88, 91.
Spongocyclia 77.
Sporadopyle 85.
Sporenpflanzen 11.
Spumellaria 76.
Spyridae 77, 78.
Squaloidei 363, 380.
Squalodon 419.
Squatina 364.
Squatinidae 364.
Stachelhäuter 60, 141.
Stachelschweine 426.
Stacheoceras 303.
Staurolonche 76.
Stegocephala 379, 381, 393, 401, 408, 409.
Stegocephala, Bedeutung 386.
Stegodon 431, 447.
Stegosauridae 406, 407.
Stegosaurus 407.
Steinalgen 12, 18.
Stelleroidea 142, 160.
Stelleroidea, Geol. Verbreitung 165.
Stellispongia 96.
Stemmatocrinus 182.
Steneofiber 427.
Steinkerne 5.
Steinkorallen 111.
Steinmergelkeuper 9.
Stereospondyli 384.
Sternata 156.
Stephanoceras 316.
Stephanophyllia 124.
Stephidae 77, 78.
Stichocapsa 78.
Stigmaria 46.
Stigmariopsis 47.
St. John-Gruppe 10.
Stoer 371.
Stomatograptus 140.
Stomatopora 202.
Stomechinus 152.
Strahltiere 60.
Straparollus 264.
Stratigraphie 2, 6.
Strauß 410.
Streptelasma 116, 126.

Streptorhynchus 212.
Streptostylica 386, 393.
Stringocephalen-Stufe 10.
Stringocephalus 220.
Stromatocystis 193.
Stromatopora 134.
Stromatoporella 134.
Stromatoporoidea 130, 133, 126.
Strombiden 263.
Strombus 273.
Strophalosia 214.
Strophodus 363.
Strophomena 212.
Strophomenacea 209, 211, 223.
Strophomenidae 211, 223.
Strophostoma 266.
Stylina 119.
Stylinidae 115, 119.
Stylinodon 428.
Styliola 276.
Stylocalamites 25.
Stylodontidae 372.
Stylophora 119.
Sub-Sigillariae 45.
Succinea 275.
Succineidae 276.
Suidae 440, 449.
Sus 441.
Syringodendron 46.
Syringophyllum 105.
Syringopora 105, 111.
Syringoporidae 104.

## T.

Tabulata 103, 126, 204.
Tabulata, Geol. Verbreitg. 110.
Taenioglossa 273.
Taeniopterides 30, 36.
Taeniopteris 36, 50.
Talpidae 420.
Tapiridae 434.
Tapirus 434, 449.
Taunusquarzit 10.
Taxaceen 52.
Taxocrinus 180.
Taxodieae 52, 54.
Taxodium 54.
Taxodonta 226, 229, 231, 256, 257.
Teleosaurus 398.
Teleostei 366, 380.
Teleostomi 366.
Tellina 242.
Tellinacea 242, 234.
Temnospondyli 384.
Tentaculiden-Schiefer 10.
Tentaculites 276.
Tenuilobatus-Schichten 9.
Terebratella 223.
Terebratellidae 219, 222.
Terebratula 220, 221, 222.
Terebratulacea 209, 219, 223.
Terebratulidae 219.
Terebratulina 220.
Terrain à chailles 9.
Tertiärformation 8.
Tesselata 45.
Testicardines 209, 211.
Testudinata 386, 390, 408, 409.
Testudinidae 393.
Tetracladina 89, 94.
Tetractida 81.
Tetractinellidae 82, 88.
Tetragraptus 138.
Tetraploporella 16.
Tetraxoniae 82, 88, 93, 94.
Textularia 66, 75.
Textularidae 63, 66.
Thalamophora 61.
Thallophyta 11, 12.
Thamnastraea 126.
Thamnastraeidae 115, 126, 127.
Thaumatocrinus 186, 187.
Thecidea 213.
Thecideidae 211, 213, 223.
Thecocyathus 118.
Thecoidea 192.
Thecosmilia 123.
Theriodontia 401, 408, 409.
Theromorpha 386, 400.
Theropoda 403, 408.
Thinnfeldia 35.
Thouars-Stufe 9.
Thuja 52.
Thyestes 378.
Thylacoleo 417.
Tierreich, Einteilung 60.
Tillodontia 427.
Tillotherium 428.
Timanites 298, 303.
Tinoceras 429.
Tintenfische 224, 278.
Tirolites 304.
Titanotheridae 434, 435.
Titanotherium 436.
Tithon-Stufe 9.
Tomistonidae 397.
Tone 9.
Tongerische-Stufe 8.
Tornoceras 298, 303.
Tortonische-Stufe 8.
Tournay-Stufe 10.
Tourtia 8.
Toxaster 157, 160.
Toxoceras 319.
Toxodon 445.
Toxodontia 429, 444, 449.
Trachodon 407.
Trachyceras 305.
Trachyostroca 301, 302, 303.
Trachypora 108.
Trachyteuthis 328.
Tragulidae 442.
Tragulus 442.
Transitorius-Schichten 9.
Transversarius-Schichten 9.
Tremadictyon 85.
Tremadoc 10.
Trematocystis 198.
Trematosaurus 385.
Trenton-Gruppe 10.
Trepostomata 204.
Triacrinus 173.
Triasformation 9.
Triaxoniae 82, 83, 93.
Triceratops 408.
Triconodon 416.
Tridacna 241.
Triglyphus 402.
Trigonia 235, 323.
Trigoniacea 233, 234, 256, 257.
Trigonocarpus 58.
Trigonodusdolomit 9.
Trilobita 333, 335, 348.
Trilobita, Geol. Verbreitg. u. Stellung 343.
Triloculina 65.
Trimerella 210.
Trinodosus-Schichten 9.
Trinucleus 340, 346.
Trionychoidea 392.
Triploporella 16.
Triton 273.
Tritylodon 402, 417.
Trizygia 27.
Trochacea 260, 265, 275.
Trochidae 265.
Trochiten 182.
Trochitenkalk 9.
Trochocystites 193.
Trochonematidae 265.
Trochosmilidae 115, 117.
Trochus 265.
Tropidoleptus 222.
Tropites 306.
Tropitidae 301, 303, 306, 319.
Truncatulina 68, 75.
Tuberculatus-Schichten 9.
Tubicolae 331.
Tubipora 103, 105.
Tubocorallia 115, 118, 126, 127.

Tubulariae 129, 131.
Tuffkreide 8.
Tunicata 60, 248, 330.
Turbinidae 265.
Turbinolia 118.
Turbinolidae 115, 118.
Turbo 265.
Turon 8.
Turrilites 293, 306, 312.
Turritella 271.
Turritellacea 260, 263, 268, 277.
Tylodendron 53.

## U.

Uintacrinus 176, 187.
Uintatherium 448.
Ullmannia 53.
Ulodendron 42.
Uncites 219.
Undina 369.
Undulatae 235.
Ungulaten 418, 428.
Unguliten-Sandstein 10.
Unio 237.
Unionidae 235, 237, 257.
Unpaarhufer 429, 434.
Unteroolith 9.
Unvollständigkeit der paläontologischen Überlieferung 2.
Urgon 8.
Urodela 380.
Ursidae 422.
Ursus 422.
Urtiere 60.
Utica-Schiefer 10.

## V.

Vaginatenkalk 10.
Valengin-Stufe 8.
Vanuxemia 242.
Varians-Schichten 9.
Velates 267, 320.
Veneridae 239, 240, 255.
Ventriculites 86.
Venus 240.
Verkohlung 3, 4.
Vermes 60, 330.
Vermiporella 18.
Verrucano 10.
Versteinerungsprozeß 3.
Versteinerungen, Versteinerungskunde 1.
Vertebrata 60, 350.
Vertebraria 37.
Vierfüßler 356.
Vilser-Schichten 9.
Vioa 91.
Virgatus-Schichten 9.
Viscacha 427.
Visé-Stufe 10.
Viverridae 423.
Voegel 356, 409.
Voltzia 54.
Voltzia-Sandstein 9.
Voluta 273.
Vorcambrische Formationen 7.
Vraconne-Stufe 8.

## W.

Wälder-Schichten 8.
Walchia 53.
Waldenburger-Schichten 10.
Waltiere 418.
Wanzen 349.
Wasserschweine 426.
Waterlime-Gruppe 10.
Weichtiere 60, 224.
Weiße Kreide 8.
Wellengruppe 9.
Welse 375.
Wengener-Schichten 9.
Wenlock 10.
Werfener-Schichten 9.
Wettersteinkalk 9.
White Crag 8.
Wiederkäuer 441.
Wirbellose Tiere 60.
Wirbeltiere 60, 350.
Wissenbacher-Schiefer 10.
Wolf 422.
Wolga-Schichten 9.
Wühlmäuse 427.
Würmer 60, 330.
Wurzelfüßler 60.

## X.

Xenacanthus 361.
Xenodiscus 303.
Xiphodon 441.
Xiphosura 333, 346, 348.

## Y.

Yoldia 232.

## Z.

Zahnarme 418, 424.
Zahnlücker 424.
Zamia 49.
Zamiten 50.
Zamites 50.
Zanclodon 404.
Zaphrentidae 115, 116, 121, 127.
Zaphrentis 116.
Zechstein 10.
Zeilleria 222.
Zeuglodon 419.
Zibethkatzen 423.
Ziegen 444.
Zoantharia 102, 111.
Zone 7.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.